

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту та самостійної роботи студентів
з навчальної дисципліни

«БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД»

*(для студентів 3 курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.170202 «Охорона праці»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

Методичні вказівки до виконання курсового проекту та самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни „Безпека експлуатації будівель та споруд” (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 „Охорона праці”) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. В. Чеботарьова, І. О. Мікуліна. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 61 с.

Укладачі: О. В. Чеботарьова, І. О. Мікуліна

Рецензент: к.т.н., доц. В. Е. Абракітов

Рекомендовано кафедрою БЖД протокол № 17 від 21.04.2012 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.	4
1 Самостійна навчальна робота студента.	6
1.1 Мета самостійної роботи студентів.	6
1.2 Зміст самостійної роботи	6
1.3 Тематика самостійної роботи студента	7
2 Вказівки до виконання курсового проекту	8
2.1 Загальні вказівки до оформлення курсового проекту.	8
2.2 Мета і завдання курсового проекту	8
2.3 Порядок виконання курсового проекту.	10
2.4 Зміст розрахунково-проектної частини курсового проекту.	11
2.4.1 Розрахунок багатопустотної залізобетонної плити в умовах звичайної експлуатації	11
2.4.2 Визначення межі вогнестійкості залізобетонної багатопустотної плити за втратою несучої спроможності	17
2.4.3 Розрахунок товщини захисного шару біля робочої арматури для забезпечення заданої межі вогнестійкості	21
2.4.4 Посилення залізобетонної плити перекриття	24
Рекомендовані джерела.	28
Додатки	29

Вступ

Робоча навчальна програма з дисципліни „Безпека експлуатації будівель та споруд” (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 „Охорона праці”) на основі СВО ХНАМГ ПНД передбачає самостійне вивчення окремих питань згідно зі змістом і тематикою курсу. Самостійна робота є складником навчального процесу на рівні підготовки бакалаврів, що сприяє розвитку навичок самостійного вирішення питань безпеки праці з вимірювальними приладами у практичній діяльності.

Мета самостійної роботи – доповнення й закріплення знань, набутих при вивченні теоретичного курсу, активізація творчих здібностей студентів, розвиток навичок роботи з нормативними і технічними джерелами, довідниками, а також підготовка до самостійного створення безпечних і нешкідливих умов праці в усіх сферах виробництва.

Дисципліна "Безпека експлуатації будівель та споруд" вивчає: питання щодо забезпечення експлуатації будівель та споруд; основи проектування будівель та споруд у частині стосовній; поведінку та фізико-механічні властивості будівельних матеріалів та конструкцій при дії чинників надзвичайних ситуацій; основи ремонту та підсилення будівельних конструкцій.

Проблема забезпечення безпеки будівель та споруд, із врахуванням загрози дії температурних навантажень при пожежі, є доволі актуальною, оскільки будівельний комплекс держави розвивається із застосуванням нових технологій будівництва і використання нетипових конструктивних рішень.

В загальному розумінні вогнестійкість – це здатність конструкції, виробу зберігати функціональні властивості в умовах пожежі. Якщо конкретизувати це визначення до будівель і споруд, то вогнестійкість – це здатність будівельних конструкцій і елементів зберігати свою несучу здатність, а також чинити опір виникненню наскрізних отворів чи прогріванню до критичних температур і поширенню вогню.

Відомо, що показником вогнестійкості є межа вогнестійкості конструкції, що визначається часом (у хвиликах) від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з граничних станів конструкції:

- втрати несучої здатності (R);
- втрати цілісності (E);
- втрати теплоізолювальної здатності (I).

Значення межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначають шляхом випробувань за державними стандартами на методи випробувань на вогнестійкість будівельних конструкцій або за розрахунковими методами відповідно до стандартів і методик, затверджених або узгоджених в установленому порядку.

Довготривала експлуатація будівель та інженерних систем, їхнє збереження як основи будівельного фонду та всенародної цінності країни набуває з кожним роком все більшої актуальності. Важливість цієї проблеми

пов'язана насамперед з технічним станом будівель, які здебільшого були зведені 30–60 років тому. Частина із них внаслідок фізичного зношення стали непридатними, а в окремих випадках потенційно небезпечними для подальшої їх експлуатації.

Зберегти та забезпечити їх довготривалу експлуатаційну придатність, створити комфортні безпечні умови праці та відпочинку громадян – завдання державного значення. Здійснення цих завдань вимагають програмні документи, постанови і закони, зокрема Постанова Кабінету Міністрів України № 409 від 5.05.1997 р. “Про забезпечення надійності й безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж” (НПАОП 45.2-7.01-97).

Основною умовою забезпечення надійності і довговічності будівель і створення нормальних санітарно-гігієнічних умов у будівлях є їхня правильна технічна експлуатація, в основі якої лежить система планово-запобігаючих ремонтів, застосування сучасних форм і методів технічної експлуатації та технічного обслуговування.

Вирішальну роль в організації технічної експлуатації будівель відіграє інженерно-технічний персонал організацій, які експлуатують, особливо їхній рівень знань, що повинен відповідати сучасним вимогам.

1 Самостійна навчальна робота студента

Самостійна робота студентів є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільне від обов'язкових занять час. Дійсна робоча програма передбачає самостійне поглиблене пророблення студентами найбільш важливих тем дисципліни.

1.1 Мета самостійної роботи студентів

Мета самостійної роботи студента по вивченню курсу "Безпечна експлуатація будівель та споруд":

- активізація творчих здібностей студента і розвиток навичок роботи з технічною літературою;
- ознайомлення з нормативною літературою по забезпеченню безпеки праці;
- придбання досвіду самостійного рішення питань охорони праці в проектній документації.

Задачі самостійної роботи студентів:

- придбання практичних навичок по виявленню небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для заданих умов праці;
- детальне ознайомлення з нормативною літературою по забезпеченню охорони праці; її застосування для вирішення питань при підготовці до практичних занять;
- придбання досвіду самостійного рішення питань охорони праці в проектній документації;
- придбання досвіду по виконанню інженерних розрахунків на основі нормативних документів по медикобіо логічному забезпеченню охорони праці, характерних для дипломного проектування.

1.2 Зміст самостійної роботи

Найважливішою вимогою до підготовки фахівців вищої кваліфікації на сучасному етапі є розвиток у студентів здатності і навичок самостійного придбання знань і умінь, необхідних для інженерного рішення питань охорони праці після закінчення вищого навчального закладу. Тому робочою програмою курсу передбачається не тільки передача викладачем визначеної наукової інформації, але й організація самостійної пізнавальної діяльності студентів шляхом роботи з літературою і нормативною документацією по охороні праці, а також у період самостійної роботи над дипломним проектом.

Навчальним планом спеціальності на самостійне вивчення дисципліни під керівництвом провідного викладача виділяється 154 години в 6 навчальному семестрі на денній формі навчання.

В обсязі матеріалу, що підлягає теоретичному вивченню, входять: навчальна література, нормативна документація по забезпеченню охорони праці, інструктивні матеріали, методичні вказівки до практичних робіт з курсу,

конспект лекцій. Нижче наведено перелік матеріалу (таблиця), який студент повинен вивчити самостійно і оформити у вигляді звіту та рекомендований для цього час і номер джерел, які представлені у списку літератури.

1.3 Тематика самостійної роботи студента

№ п/п	Самостійна навчальна робота студента	Кількість годин
	ЗМ 1.	46
1.	Виконання курсового проекту	10
2.	Керамічні матеріали і вироби. Визначення і класифікація.	8
3.	Балкони, лоджії, еркери, козирки, та вимоги до них.	8
4.	Конструктивні рішення дерев'яних, кам'яних, дрібно- та крупноблочних, крупнопанельних стін та їх елементів (цоколь, карниз, парапет, проріз, сполучення збірних елементів)	16
	ЗМ 2.	12
1.	Виконання курсового проекту	6
2.	Цементні бетони. Визначення, класифікація, склад, маркування сталей, їх основні властивості, галузі використання	6
	ЗМ 3.	32
1.	Виконання курсового проекту	14
2.	Влаштування ТЕЦ і котелень, пожежна безпека і протипожежні вимоги.	10
3.	Пожежна безпека систем вентиляції і кондиціонування	8
	ЗМ 4.	36
1.	Виконання курсового проекту	10
2.	Осідання основ, ознаки осідань. методи підсилення основ.	10
3.	Методи і засоби контролю санітарно-гігієнічних параметрів. Основні параметри, що визначають мікроклімат приміщень. Ступені санітарних норм. Методи контролю санітарно-гігієнічних параметрів.	16
	ВСЬОГО:	136

Вивчення рекомендованого для самостійної роботи матеріалу повинно виконуватися послідовно. Самостійна робота, яка запропонована повинна відбуватися паралельно з викладенням лекційного матеріалу відповідної тематики.

Кожне завдання оформлюється під окремою відповідною назвою. Воно повинно містити довідки про методи застосування того чи іншого приладу, його ескіз з вказівкою складових частин, опис принципу дії та інші матеріали.

Самостійна робота оформлюється у вигляді звіту на аркушах А-4 з титульним листом з необхідними вихідними даними (назва академії, кафедра, назва звіту, прізвище та ініціали студента, спеціальність, курс та група, посада і прізвище викладача, який веде курс).

Правильно оформлений і в повному обсязі ЗВІТ подається викладачеві, а питання проробленого самостійно матеріалу включаються в білети для складання іспиту з дисципліни.

2 Вказівки до виконання курсового проекту

2.1 Загальні вказівки до оформлення курсового проекту

Оформлення курсових проектів здійснюють на підставі діючих стандартів ЕСКД, ДСТУ 3008-95, ГОСТ 7.32-91 та інструкцій з оформлення текстових документів, креслень. Інструкціями визначаються вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини проекту.

Розрахунково-пояснювальна записка є частиною проекту, де вміщуються розрахункові, довідкові матеріали, формули, таблиці, ескізи, графіки, схеми, що пояснюють виконані розрахунки і операції технологічного процесу. Цю частину проекту викладають у стислій формі з посиланням на використану літературу.

Розрахунково-пояснювальна записка починається з титульного аркуша. Далі йдуть: завдання на виконання проекту, зміст записки з вказівкою номерів, сторінок. Закінчується записка списком літератури.

Текст записки має бути лаконічним, технічно та літературно грамотним. Скорочення слів (крім загальноприйнятих) - не допускається. Текст записки пишуть чорнилами одного кольору (чорними чи синіми), або друкують через півтора інтервали відповідно до ДСТУ 3008-95.

Розрахунково-пояснювальна записка складається з окремих розділів (частин) з обов'язковою нумерацією кожного розділу арабськими цифрами з крапкою.

До списку літератури включають тільки ті джерела, що використовувались безпосередньо при розробці проекту і на котрі є посилання в тексті записки.

Графічну частину курсового проекту виконують відповідно до вимог ЕСКД. Креслення мусить мати рамку, а зображення предметів на ньому – необхідну кількість видів, перетинів, розрізів. Крім зображення предметів з розмірами, креслення може містити текстову частину, технічні вимоги чи технічну характеристику об'єкта, надписи, таблиці з розмірами та іншими параметрами / ДСТУ 3008-95/.

2.2 Мета і завдання курсового проекту

Курсове проектування є одним з важливих етапів навчання студентів з курсу „Безпека експлуатації будівель та споруд”. Воно сприяє розвитку навиків самостійної роботи та підготовки студента до виконання дипломного проекту.

Курсовий проект має на меті ознайомити студентів з питаннями безпеки експлуатації будівель та споруд, з відомими розрахунковими методами визначення несучої здатності, межі вогнестійкості конструктивних елементів будівель і споруд, які дають змогу студентові отримати кількісні показники для визначення ступеня вогнестійкості будівлі чи споруди.

А також студентам необхідно ознайомитись з розрахунковими методами оцінки несучої здатності конструктивних елементів будівель і споруд за звичайних умов експлуатації та при дії небезпечних чинників інших

надзвичайних ситуацій, що дає змогу обґрунтовано проводити аналіз стійкості будівлі чи споруди й розробляти заходи із попередження виникнення та ліквідації негативних наслідків надзвичайних ситуацій в будівництві.

Цей вид робіт потребує досконалої інженерної підготовки. Однією з причин неправильних рішень з попередження надзвичайних ситуацій при експлуатації будівель та споруд є неповноцінне дослідження та проектування. У зв'язку з цим курсове проектування мусить закріпити теоретичні знання щодо безпечної експлуатації будівель та споруд.

Завдання курсового проектування:

- навчити студента користуватися нормативною, науково-технічною літературою та довідниками (довідниковими посібниками);
- виробити у студента навички творчого підходу до прийняття самостійних рішень з розрахунково-конструкторських та наукових задач практики по забезпеченню безпеки експлуатації будівельних конструкцій, а також будівель і споруд у цілому, що працюють в звичайних умовах та в умовах надзвичайних ситуацій.

Курсовий проект виконується у 6 семестрі студентами денної форми навчання. Розділи курсового проекту мають текстовий і графічний матеріали. У додаток виносять креслення, необхідні для розрахунків. Обсяг курсового проекту з кресленнями, схемами має становити приблизно 20-25 сторінок рукописного або друкованого тексту. Графічна частина – аркуш формату А1 з конструктивними та розрахунковими схемами основних будівельних конструкцій, які розраховуються в пояснювальній записці. Плановий обсяг самостійної роботи 40 годин для студентів денної форми навчання.

Тематика курсового проекту (завдання на виконання теоретичної і розрахункової частини видається викладачем):

Теоретична частина:

1. Організаційне забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці на об'єкті проектування.
2. Технічне забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці на об'єкті проектування
3. Розробка плану заходів щодо попередження нещасних випадків, загального поліпшення умов праці.
4. Аналіз умов праці й забезпечення безпеки при виконанні основних видів робіт при експлуатації будівель.
5. Вибір систем та способів вентиляції будинків та споруд
6. Види виробничого освітлення.
7. Звукоізоляція місць проходження комунікацій в приміщеннях будівель і споруд.
8. Вплив електромагнітних полів на організм людини.
9. Зони випромінювання.
10. Оцінка вибухової та пожежної небезпеки приміщень і будівель.
11. Визначення категорій приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

12. Протипожежне водопостачання будівель та споруд.
13. Призначення й види первинних засобів пожежогасіння.
14. Оснащення об'єктів первинними засобами пожежогасіння.
15. Вибір та розміщення автоматичних пожежних сповіщувачів.
16. Евакуація людей із приміщень та будівель.

Розрахункова частина:

1. Робота конструкцій під навантаженням в умовах звичайної експлуатації.
 - 1.1. Розрахунок багатопустотної залізобетонної плити.
2. Робота конструкцій під навантаженням в умовах пожежі.
 - 2.1. Визначення межі вогнестійкості залізобетонної багатопустотної плити за втратою несучої спроможності.
 - 2.2. Розрахунок товщини захисного шару біля робочої арматури для забезпечення заданої межі вогнестійкості.
3. Робота конструкцій під навантаженням в умовах надзвичайних ситуацій.
 - 3.1. Посилення залізобетонної плити перекриття.

Роботу над курсовим проектом починають з вивчення літератури щодо забезпечення експлуатації будівель та споруд; основи проектування будівель та споруд у частині стосовній; поведінку та фізико-механічні властивості будівельних матеріалів та конструкцій при дії чинників надзвичайних ситуацій; основи ремонту та підсилення будівельних конструкцій.

2.3 Порядок виконання курсового проекту

Завдання для розрахункової частини курсового проекту:

Для профілактики виробничого травматизму пов'язаного з безпечною експлуатацією споруд, ставиться ряд завдань, виконання яких забезпечують в першу чергу удосконаленням технології утримання будівельних конструкцій.

Основною умовою безпеки всього комплексу монтажних операцій є забезпечення стійкості монтажних елементів і конструкцій. Зміст курсового проекту враховує перелічені питання безпеки при експлуатації будівель та споруд.

Вихідні дані наведені нижче (табл. 2.4.1) у вигляді 25 варіантів. Номер варіанта відповідає порядковому номеру прізвища студента в списку групи.

Окремі питання пророблюють на практичних заняттях з використанням ЕОМ, а взагалі студент працює самостійно, консультуючись з викладачем.

2.4 Зміст розрахунково-проектної частини курсового проекту

2.4.1 Розрахунок багатопустотної залізобетонної плити в умовах звичайної експлуатації

Мета задачі – підібрати робочу арматуру у багатопустотній плиті, тобто визначити кількість поздовжніх робочих арматурних стрижнів та їх діаметр.

Загальна послідовність розв’язання задачі:

- визначити геометричні розміри плити;
- визначити масу плити з урахуванням наявності порожнин;
- розрахувати нормативне навантаження від власної ваги плити;
- визначити нормативні навантаження від заданих елементів конструкції підлоги;
- звести всі задані та визначені нормативні навантаження у таблицю, визначити розрахункові навантаження на плиту;
- розрахувати згинальний момент, що виникає у плиті під дією зовнішнього навантаження;
- визначити коефіцієнти висоти стиснутої зони бетону у верхній частині плити;
- визначити сумарну площу робочої арматури;
- за сортаментом підібрати кількість робочих арматурних стрижнів та їх діаметр.

За геометричною формою нижніх поверхонь (стель) розрізняють два види збірних перекриттів: балкові і безбалкові.

Балкові перекриття складаються з балок–ригелів і плит.

Безбалкові перекриття не мають у своєму складі балок–ригелів і складаються винятково з плоских плит різних типорозмірів: капітельних, надкапітельних, проміжних.

Збірні залізобетонні плити перекриттів, на сьогоднішній день, в основному, виробляють 4-х типів: багатопустотні з круглими порожнинами; ребристі з двома поздовжніми ребрами і двома торцевими ребрами, але без проміжних поперечних ребер; ребристі з двома поздовжніми і проміжними поперечними ребрами; ребристі з трьома поздовжніми ребрами.

Геометричні розміри плити визначаємо за вихідними даними до задачі. Товщину багатопустотних плит приймати рівною:

$$h = 0,22 \text{ м або } h = 0,3 \text{ м.}$$

Завдання для розрахунку:

Вихідні дані наведені нижче (табл. 2.4.1) у вигляді 25 варіантів. Номер варіанта відповідає порядковому номеру прізвища студента в списку групи.

Окремі питання пророблюють на практичних заняттях, а взагалі студент працює самостійно, консультуючись з викладачем.

Таблиця 2.4.1 – Вихідні дані для розрахунку багатопустотної залізобетонної плити

№ вар.	ℓ, м	b, м	ρ _б , кг/м ³	V _т ^н , кН/м ²	Нормативне навантаження із матеріалів підлоги								
					конструкція чистої підлоги	теплоізоляція – керамзит		цементно- піщаний розчин		гідроізоляція – один шар руберойду		цементно- піщаний розчин	
						V _п ^н , кН/м ²	ρ, кг/м ³	h, м	ρ, кг/м ³	h, м	ρ, кг/м ³	h, м	ρ, кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	6	6	2500	3,5	0,35	900	0,05	1900	0,02	1300	0,003	1900	0,08
2	6	4,5	2500	4,5	0,35	900	0,05	1900	0,03	1300	0,003	1900	0,08
3	7	5	2400	5,0	0,35	900	0,05	1900	0,02	1300	0,004	1900	0,05
4	5	5	2200	3,0	0,35	900	0,05	1900	0,05	1300	0,004	1900	0,05
5	6	4,5	2400	6,0	0,35	900	0,08	1900	0,04	1300	0,003	1900	0,06
6	6	4	2350	2,8	0,30	900	0,07	1900	0,07	1300	0,003	1900	0,04
7	6	5	2400	2,8	0,30	900	0,1	1900	0,03	1300	0,003	1900	0,08
8	8	8	2300	4,5	0,30	900	0,05	1900	0,02	1300	0,004	1900	0,08
9	8	7	2350	5,0	0,35	900	0,05	1900	0,02	1300	0,004	1900	0,07
10	8	6	2400	2,8	0,35	900	0,06	1900	0,03	1300	0,004	1900	0,07
11	6	6	2400	6,0	0,35	900	0,08	1900	0,02	1300	0,004	1900	0,08
12	6	4,5	2350	2,8	0,30	900	0,07	1900	0,02	1300	0,004	1900	0,07
13	7	5	2500	3,5	0,35	900	0,05	1900	0,02	1300	0,003	1900	0,08
14	5	5	2500	4,5	0,35	900	0,05	1900	0,03	1300	0,003	1900	0,08
15	6	4,5	2400	5,0	0,35	900	0,05	1900	0,02	1300	0,004	1900	0,05
16	6	4	2200	3,0	0,35	900	0,05	1900	0,05	1300	0,004	1900	0,05
17	6	5	2400	6,0	0,35	900	0,08	1900	0,04	1300	0,003	1900	0,06
18	8	8	2350	2,8	0,30	900	0,07	1900	0,07	1300	0,003	1900	0,04
19	8	7	2400	2,8	0,30	900	0,1	1900	0,03	1300	0,003	1900	0,08
20	8	6	2300	4,5	0,30	900	0,05	1900	0,02	1300	0,004	1900	0,08
21	6	6	2350	5,0	0,35	900	0,05	1900	0,02	1300	0,004	1900	0,07
22	6	4,5	2400	2,8	0,35	900	0,06	1900	0,03	1300	0,004	1900	0,04
23	7	5	2200	3,0	0,35	900	0,05	1900	0,05	1300	0,004	1900	0,05
24	5	5	2400	6,0	0,35	900	0,08	1900	0,04	1300	0,003	1900	0,06
25	6	4,5	2200	3,0	0,35	900	0,05	1900	0,07	1300	0,004	1900	0,03

2.4.1.1 Вибір класів бетону і арматури

Для збірних залізобетонних плит рекомендується застосовувати:

– робочу арматуру класів А-III Ø10 – 25 мм; Ат - III С Ø10-22 мм; А-IIIв Ø20-25 мм; А-IV Ø10-22 мм; Ат-IV_С Ø10 – 25 мм; Ат-IV_к Ø10-18 мм, А-V, Ат-V і Ат-VCK Ø10-25 мм;

– бетон класів В20; В25; В30; В35; В40; В45 і В50 (додаток 17) на крупних заповнювачах фракції не більш 25 мм з гранітного щебеню, вапняного

щебеню, керамзиту або на дрібнозернистому піщаному заповнювачі (легкий бетон не вище класу В40).

Класи арматури і бетону та вид бетону обираються самостійно, а розрахункові опори – з додатків і літератури.

2.4.1.2 Визначення навантажень на плиту

На багатопустотну плиту діють навантаження від вищерозташованих конструкцій та елементів горища. До них відносяться: утеплювач (керамзит), гідроізоляція (руберойд), захисний шар гідроізоляції (шар цементного розчину – приймаємо товщиною 2 – 3 мм), цементна стяжка, яка наноситься на поверхню плит з метою попередження ушкодження шару гідроізоляції.

Розрахункову модель пустотної плити звичайно показують у вигляді балки з наведеною тавровою формою поперечного перетину. Однак в цьому немає необхідності. Практика проектування показує, що поперечний переріз багатопустотної плити при розрахунку можна не перетворювати в тавровий, а зберегти багатопустотним, вводячи в розрахунок обмеження відносної висоти стиснутої зони бетону:

$$\xi \leq \xi_{\max}; \xi_{\max} = 0,2. \quad (1.1)$$

У поперечному перерізі багатопустотної плити, як у простій балці, під дією навантаження виникають два види внутрішніх зусиль: згинальний момент і поперечна сила.

Максимальна величина згинального моменту виникає посередині прольоту плити і обчислюється за формулою:

$$M = \frac{(g + V) \cdot \ell_0^2}{8}, \text{ кН}\cdot\text{м}. \quad (1.2)$$

Максимальні величини поперечних сил виникають на опорах плити і обчислюються за формулами:

$$Q_A = \frac{(g + V) \cdot \ell_0}{2} \text{ кН}; \quad (1.3)$$

$$Q_B = -\frac{(g + V) \cdot \ell_0}{2} \text{ кН}. \quad (1.4)$$

Отримані величини згинальних моментів і поперечних сил наносимо на епюри зусиль при розрахунку за несучою спроможністю.

2.4.1.3 Розрахунок залізобетонної плити

Розрахункову схему багатопустотної плити можна представити таким чином (рис. 2.4.1): однопрольотна балка, що вільно лежить на двох опорах, навантажена рівномірно розподіленим навантаженням.

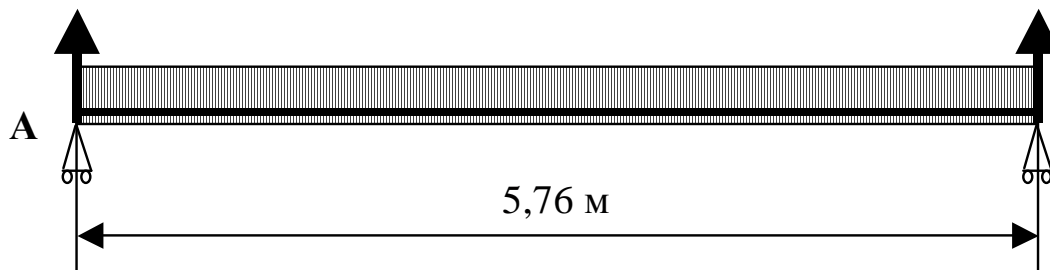


Рис. 2.4.1 - Розрахункова схема багатопустотної плити

Для проектування збірної багатопустотної залізобетонної плити приймаємо:

- прольот будівлі ℓ , м;
- крок колон b , м;
- щільність бетону ρ_b , кг/м³;
- тимчасове нормативне навантаження (технологічне) V_t^n , кН/м²;
- бетон важкий на гранітному щебені класу В20 ($R_b = 11.5$ МПа)

(додаток 18);

- арматуру класу А-III ($R_s = 365$ МПа).

На плиті змонтована підлога з наступних матеріалів:

- теплоізоляція – керамзит;
- цементно-піщаний розчин;
- гідроізоляція – один шар руберойду;
- цементно-піщаний розчин.

Конструкція чистої підлоги (покриття) створює нормативне навантаження V_n^n , кН/м².

Спочатку треба визначити нормативне навантаження від власної ваги плити, а для цього ми повинні знати її габарити та вагу, які в умові задачі не задані.

Визначаємо геометричні розміри плити:

- ширина плити приймається як 1/5 від прольоту. У нашому випадку:

$$b_{nl} = \frac{\ell}{5}, \text{ м}$$

- товщина плити приймається як 1/20 від її довжини. У свою чергу, довжина плити дорівнює кроку колон:

$$h_{nl} = \frac{\ell_{nl}}{20}, \text{ м}$$

Відомо, що існує два типорозміри плит за товщиною: 0,22 м та 0,3 м. Приймаємо товщину плити округливши в більшу сторону.

Визначаємо загальний об'єм плити, без урахування наявності порожнин:

$$V_{nl} = h_{nl} \cdot b_{nl} \cdot \ell_{nl}, \text{ м}^3.$$

Визначаємо кількість порожнин у плиті. Для цього нам необхідно визначити коефіцієнт S_1 , який, у свою чергу, залежить від товщини плити (рис. 2.4.2):

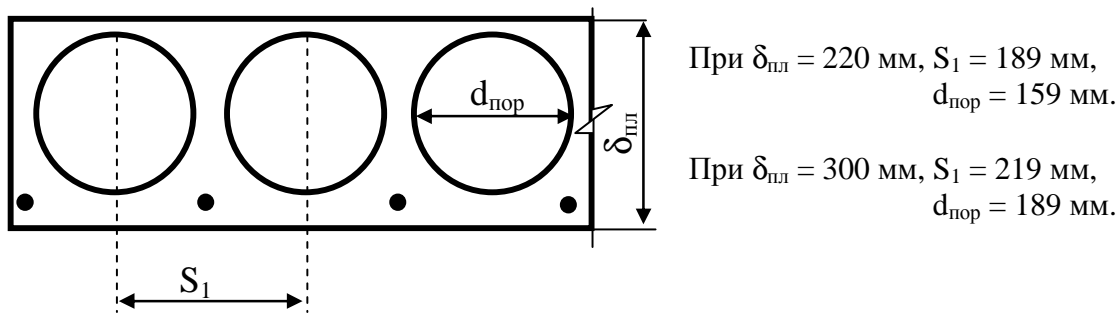


Рис. 2.4.2 - До вибору коефіцієнта S_1 та діаметра порожнини

Отже, визначивши товщину плити і коефіцієнт S_1 визначаємо кількість порожнин за формулою:

$$n_{пор} = \frac{b_{пл}}{S_1} - 1, \text{ порожнин.}$$

Кожну порожнину можна уявити як циліндр, який по висоті дорівнює довжині плити. Діаметр порожнини залежить від товщини плити (рис. 2.4.2) і в різних випадках складатиме 0,159 м або 0,189 м. Визначаємо об'єм порожнин:

$$V_{пор} = \frac{\pi \cdot d_{пор}^2}{4} \cdot \ell_{пл} \cdot n_{пор}, \text{ м}^3.$$

Визначаємо фактичний об'єм бетону у плиті з урахуванням наявності порожнин:

$$V_{б} = V_{пл} - V_{пор}, \text{ м}^3.$$

Визначаємо масу плити:

$$m_{пл} = V_{б} \cdot \rho_{б}, \text{ кН.}$$

Зверніть увагу: щільність бетону необхідно перерахувати з кг/м^3 у кН/м^3 .

Визначаємо нормативне постійне навантаження від плити:

$$V_{пл}^н = \frac{m_{пл}}{b_{пл} \cdot \ell_{пл}}, \text{ кН/м}^2.$$

Далі необхідно визначити нормативні постійні навантаження від елементів підлоги. Відтворюється це наступним чином: задана товщина шару елемента підлоги помножується на задану щільність матеріалу.

Нормативне навантаження від керамзиту:

$$V_{к}^н = \rho_{к} \cdot h_{к} \text{ кН/м}^2.$$

Тут і далі щільність перераховується з кг/м^3 у кН/м^3 .

Нормативне навантаження від цементно-піщаного розчину:

$$V_{ц.р}^н = \rho_{ц.р} \cdot h_{ц.р} \text{ кН/м}^2.$$

Нормативне навантаження від гідроізоляції:

$$V_{г}^н = \rho_{г} \cdot h_{г} \text{ кН/м}^2.$$

Нормативне навантаження від цементно-піщаного розчину, який влаштовується після гідроізоляції:

$$V_{ц.р}^н = \rho_{ц.р} \cdot h_{ц.р} \text{ кН/м}^2.$$

Отримані результати заносимо до таблиці 2.4.2.

Таблиця 2.4.2 - Відомість навантажень на збірну багатопустотну плиту

1	Види навантажень	Нормативні кН/м ²	γ_f	γ_n	Розрахункові, кН/м ²
1	Постійні				
1.1	Теплоізоляція – керамзит (вказати щільність і товщину шару за своїм варіантом)		1,3	0,95	
1.2	Цементний розчин (вказати щільність і товщину шару за своїм варіантом)		1,1	0,95	
1.3	Гідроізоляція – один шар руберойду (вказати щільність і товщину шару за своїм варіантом)		1,3	0,95	
1.4	Цементний розчин (вказати щільність і товщину шару за своїм варіантом)		1,1	0,95	
1.5	Збірна залізобетонна багатопустотна плита		1,1	0,95	
1.6	Покриття чистої підлоги		1,1	0,95	
Усього					
Тимчасові нормативні навантаження			1,1	0,95	
Разом постійних та тимчасових					

Для того, щоб отримати розрахункове навантаження, необхідно відповідне нормативне навантаження послідовно помножити на коефіцієнти γ_f та γ_n . Їх значення наведені у таблиці.

Знаючи сумарні нормативні та розрахункові навантаження, приступаємо до безпосереднього розрахунку плити.

Визначаємо розрахункову довжину плити.

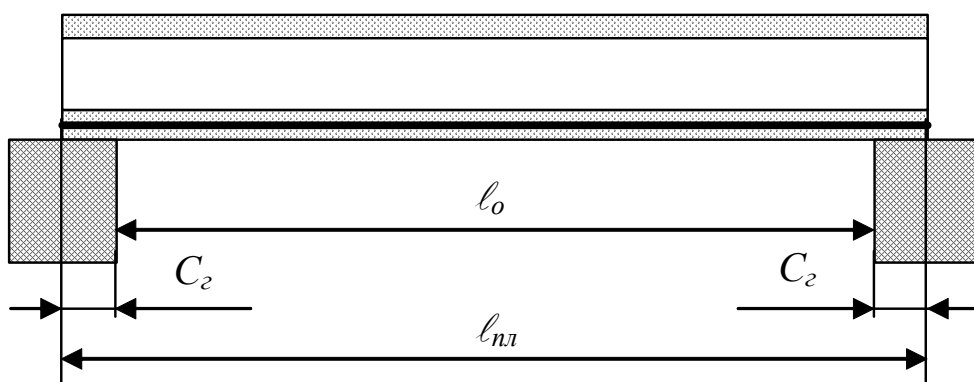


Рис. 2.4.3 - До визначення розрахункової довжини плити

Розрахункова довжина плити визначається за формулою:

$$l_o = l_{nл} - 2 \cdot C_2, \text{ м.} \quad (1.5)$$

де $l_{nл}$ – конструктивна довжина плити (рис. 4.3);

C_2 – глибина спирання плити на ригелі перекриття або на стіни, приймається не менше 12 см. (рис. 4.3).

Визначаємо згинальний момент, що виникає у плиті під навантаженням:

$$M = \frac{(V + g) \cdot b_{nl} \cdot \ell_o^2}{8}, \text{ кН}\cdot\text{м},$$

де $(V + g)$ - сумарне розрахункове навантаження.

Визначаємо коефіцієнт висоти стиснутої зони:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_{nl} \cdot h_o^2},$$

При товщині плити 220 мм, $h_o = 0,195$ м, при товщині плити 300 мм, $h_o = 0,275$ м.

Визначаємо відносний коефіцієнт висоти стиснутої зони:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}$$

Визначаємо мінімально необхідну сумарну площу арматури:

$$A_{tot} = \frac{R_b \cdot b_{nl} \cdot h_o \cdot \xi}{R_s} \text{ м}^2 = 10 \text{ см}^2.$$

Кількість робочих арматурних стрижнів приймається на 1 більше, ніж кількість порожнин.

За сортаментом арматури (дод. 16) обираємо кількість та діаметр арматури.

2.4.2 Визначення межі вогнестійкості залізобетонної багатопустотної плити за втратою несучої спроможності

Мета задачі – визначити інтервал часу від початку пожежі, протягом якого робоча арматура у багатопустотній плиті прогріється до критичної температури. Тобто визначити межу вогнестійкості багатопустотної плити за І-м граничним станом.

Загальна послідовність розв'язання задачі:

- визначити згинальний момент, що виникає у плиті під час пожежі;
- визначити коефіцієнт стиснутої зони бетону та відносну висоту стиснутої зони;
- визначити коефіцієнт зниження опору робочої арматури при нагріванні та критичну температуру для робочої арматури;
- визначити щільність бетону у сухому стані та коефіцієнт впливу щільності сухого бетону;
- визначити коефіцієнти теплопровідності, теплоємності та температуропровідності бетону;
- визначити функцію помилок Гаусса та аргумент функції помилок Гаусса;
- визначити межу вогнестійкості плити.

Межа вогнестійкості конструкції за втратою несучої здатності – це інтервал часу від виникнення пожежі до початку руйнування конструкції.

Залізобетонні конструкції при дії вогню можуть руйнуватись внаслідок зниження опору арматури, або втрати міцності бетону, або одночасного прояву

зміни цих властивостей.

В нашому прикладі, при прогріві залізобетонної багатопустотної плити з шарнірними опорами знизу вичерпання несучої здатності плити може настати внаслідок нагріву робочої арматури, розташованої в нижній розтягнутій зоні плити.

При визначенні межі вогнестійкості плити використовується той же розрахунковий апарат, що і при обчисленні товщини захисного шару бетону, з деяким корегуванням вхідних даних і заключних операторів розрахунку.

Розрахунок

Вихідні дані наведені нижче (табл. 2.4.3) у вигляді 25 варіантів. Номер варіанта відповідає порядковому номеру прізвища студента в списку групи. Для всіх варіантів вид бетону на гранітному щебені.

Таблиця 2.4.3 – Вихідні дані для визначення межі вогнестійкості залізобетонної багатопустотної плити за втратою несучої спроможності та товщини захисного шару біля робочої арматури для забезпечення заданої межі вогнестійкості

№ вар.	ℓ , м	ℓ_1 , м	ρ_b , кг/м ³	V_n , кН/м ²	g_n , кН/м ²	$h_{нл}$, м	δ , м	w_b , %	Клас бетону	арматура	$\tau_{ин}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13
1	6	6	2500	3,5	3,3	0,3	0,025	3,5	B30	7 Ø 14 A-V	REI 60
2	6	4,5	2500	4,5	7,0	0,22	0,025	2,5	B20	9 Ø 10 A-III	REI 45
3	7	5	2400	5,0	6,5	0,3	0,02	2,0	B25	8 Ø 12 A-IV	REI 45
4	5	5	2200	3,0	5,5	0,3	0,02	3,0	B25	7 Ø 12 A-III	REI 60
5	6	4,5	2400	6,0	4,5	0,3	0,02	4,0	B20	8 Ø 14 A-III	REI 45
6	6	4	2350	2,8	4,7	0,22	0,025	2,0	B30	8 Ø 12 A-III	REI 60
7	6	5	2400	2,8	3,0	0,22	0,025	3,5	B35	7 Ø 10 A-III	REI 60
8	8	8	2300	4,5	3,5	0,3	0,025	3,5	B30	9 Ø 12 A-IV	REI 60
9	8	7	2350	5,0	3,8	0,22	0,02	2,5	B30	6 Ø 14 A-III	REI 60
10	8	6	2400	2,8	4,2	0,3	0,02	2,0	B20	7 Ø 14 A-IV	REI 45
11	6	6	2400	6,0	4,4	0,3	0,025	3,0	B25	9 Ø 10 A-V	REI 45
12	6	4,5	2350	2,8	4,8	0,22	0,025	4,0	B25	10 Ø 12 A-III	REI 60
13	7	5	2500	3,5	3,8	0,3	0,02	2,0	B20	6 Ø 10 A-III	REI 45
14	5	5	2500	4,5	5,4	0,3	0,02	3,5	B30	7 Ø 14 A-III	REI 60
15	6	4,5	2400	5,0	4,6	0,3	0,025	3,5	B35	7 Ø 12 A-IV	REI 60
16	6	4	2200	3,0	3,2	0,22	0,02	2,5	B30	7 Ø 16 A-III	REI 45
17	6	5	2400	6,0	4,4	0,22	0,025	2,0	B30	9 Ø 12 A-V	REI 45
18	8	8	2350	2,8	6,5	0,3	0,025	3,0	B20	10 Ø 14 A-III	REI 60
19	8	7	2400	2,8	6,3	0,22	0,02	4,0	B25	9 Ø 14 A-V	REI 45
20	8	6	2300	4,5	4,4	0,3	0,02	2,0	B25	10 Ø 10 A-III	REI 60
21	6	6	2350	5,0	3,7	0,22	0,025	3,5	B20	8 Ø 14 A-IV	REI 60
22	6	4,5	2400	2,8	3,4	0,3	0,02	3,5	B30	7 Ø 16 A-III	REI 60
23	7	5	2200	3,0	5,0	0,3	0,025	2,5	B35	8 Ø 10 A-III	REI 60
24	5	5	2400	6,0	4,0	0,3	0,025	2,0	B30	8 Ø 12 A-V	REI 45
25	6	4,5	2200	3,0	3,0	0,22	0,02	3,0	B30	6 Ø 14 A-III	REI 45

Нормативна межа вогнестійкості складає τ_{un} .

Згинальний момент від нормативного постійного навантаження і частки тимчасового навантаження, що залишається в стадії пожежі на погонний метр багатопустотної плити :

$$M_t = \frac{(g_n + V_n) \cdot b_{nl} \cdot l_0^2}{8} \text{ кН}\cdot\text{м},$$

де g_n - постійне навантаження (крім власної ваги плити), кН/м²;

V_n - тимчасове навантаження, кН/м²;

b_{nl} - ширина плити, м;

ℓ_o - розрахункова довжина плити, яка визначається за формулою:

$$\ell_o = \ell_{nl} - 2 \cdot C_z, \text{ м.}$$

де ℓ_{nl} - конструктивна довжина плити (рис. 4.3);

C_z - глибина спирання плити на ригелі перекриття або на стіни, приймається не менше 12 см;

Коефіцієнт стиснутої зони бетону при пожежі:

$$\alpha_t = \frac{M_t}{R_b \cdot b_{nl} \cdot h_0^2},$$

де R_b - розрахунковий опір бетону для граничних станів першої групи (визначається за додатком 18 залежно від виду і класу бетону), МПа;

h_o - висота стиснутої зони, м.

Відносна висота стиснутої зони бетону при пожежі:

$$\xi_t = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_t}.$$

Перевірка умови обмеження висоти стиснутої зони плити:

$$\xi = 0,039 < \xi_{\max} = 0,2.$$

де ξ_{\max} - максимальна висота стиснутої зони бетону, $\xi_{\max} = 0,2$.

Умова задовольняється. Це означає, що стисла зона не виходить за межі товщини полиці багатопустотної плити.

Коефіцієнт зниження опору робочої арматури при нагріві:

$$\gamma_{st} = \frac{M_t}{R_{sn} \cdot A_s \cdot h_0 \cdot (1 - 0,5 \cdot \xi_t)}$$

де R_{sn} - нормативний опір розтягу арматури для граничних станів першої групи (додаток 24), МПа;

A_s - розрахункова площа поперечного перетину (додаток 16), см².

Критична температура нагріву робочої арматури T_{cr} визначається за додатком 5 залежно від γ_{st} , з інтерполяцією, °С.

Щільність сухого бетону:

$$\rho_c = \frac{100 \cdot \rho_b}{100 + w_b} \text{ кг/м}^3.$$

де ρ_b - щільність бетону, кг/м³;

w_b - вологість бетону, %.

Коефіцієнт впливу щільності бетону K визначається за додатком 7.

Коефіцієнт впливу теплопровідності бетону – за додатком 6 в залежності від виду бетону, з урахуванням наявності порожнин у плиті $\psi = 1,4 - \text{const}$ визначається за формулою:

$$\lambda_t = \psi(\lambda + B \cdot t_m), \text{ ккал/м} \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}.$$

Коефіцієнт теплоємності бетону – за додатком 6:

$$C_t = C + D \cdot t_m, \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$$

(Примітка: t_m – температура нагріву, $t_m = 450 \text{ } ^\circ\text{C} - \text{const}$).

В нашому випадку – для бетону на гранітному щебені:

$$\lambda_t = 1,03 \psi - 0,0003 t, \text{ ккал/м} \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}.$$

$$c_t = 0,17 + 0,0002 t, \text{ ккал/м} \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}.$$

Коефіцієнт температуропровідності бетону:

$$a_{red} = \frac{\lambda_t}{(C_t + 0,012 \cdot w_b) \cdot \rho_c} \text{ м}^2/\text{ч}.$$

Функція помилок Гауса:

$$\text{erf}X = \frac{1250 - T_{cr}}{1250 - t_0}$$

де $t_0 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ – початкова температура (до пожежі).

Аргумент функції помилок Гауса X визначається за додаток 8, з інтерполяцією.

Ордината поверхні арматурного стрижня:

$$y_s = \delta$$

δ – товщина захисного шару бетону, м.

Тут в розрахунку враховуємо ординату поверхні арматурного стрижня, а не центру ваги, тому що сталь володіє високою теплопровідністю і весь об'єм арматурного стрижня прогрівається миттєво.

Розрахункова межа вогнестійкості за втратою несучої здатності багатопустотної плити при нагріванні робочої арматури визначається за формулою:

$$\tau_u = \left(\frac{K \cdot \sqrt{a_{red}} + y_s}{2 \cdot X \cdot \sqrt{a_{red}}} \right)^2 \text{ год}.$$

Зіставляючи розрахункову та нормативну межі вогнестійкості за втратою несучої здатності багатопустотної плити, робиться висновок про відповідність багатопустотної плити вимогам вогнестійкості:

$$\tau_u < \tau_{un}$$

Якщо розрахункова межа вогнестійкості плити нижче нормативної, то проектована багатопустотна плита не відповідає вимогам вогнестійкості.

2.4.3 Розрахунок товщини захисного шару біля робочої арматури для забезпечення заданої межі вогнестійкості

Мета задачі – визначити товщину захисного шару бетону біля робочої арматури для забезпечення заданої межі вогнестійкості.

Загальна послідовність розв’язання задачі:

- визначити габаритні розміри конструкції;
- визначити розрахунковий опір бетону та розрахункову довжину конструкції;
- визначити згинальний момент, що виникає у конструкції під час пожежі;
- визначити коефіцієнт стиснутої зони бетону та відносну висоту стиснутої зони;
- визначити коефіцієнт зниження опору робочої арматури при нагріванні;
- визначити критичну температуру для робочої арматури;
- визначити щільність сухого бетону та коефіцієнт впливу щільності сухого бетону;
- визначити коефіцієнти теплопровідності, теплоємності та температуропровідності;
- визначити функцію помилок Гаусса та аргумент функції помилок Гаусса;
- визначити ординату поверхні арматурного стрижня;
- визначити необхідну товщину захисного шару бетону.

В теорії теплопровідності твердих тіл відома закономірність розподілу температури за товщиною пластини при односторонньому обігріві:

$$t_{y,\tau} = 1250 - (1250 - t_o) \cdot \operatorname{erf} \frac{K \cdot \sqrt{a} + y}{2 \cdot \sqrt{a \cdot \tau}};$$

де y - ордината контрольної глибинної точки пластини, що відраховується від обігрівальної поверхні пластини;

τ – час нагріву;

a, k – теплофізичні параметри матеріалу;

t_o – початкова температура середовища.

Товщина захисного шару бетону " δ " може бути представлена як ордината, що відраховується від обігрівальної поверхні бетону до найближчої поверхні арматурного стрижня:

$$\delta = y.$$

Визначивши ординату " y ", визначимо товщину захисного шару бетону.

Розрахунок

Вихідні дані наведені в табл. 4.3 у вигляді 25 варіантів. Номер варіанта відповідає порядковому номеру прізвища студента в списку групи. Для всіх варіантів вид бетону на гранітному щебені.

Знаходимо габаритні розміри плити:

довжина дорівнює кроку колон $l_{пл}$, м;

ширина – 1/5 від прольоту $b_{пл}$, м;

товщина – $h_{пл}$, м.

За таблицею у додатку 18 визначаємо розрахунковий опір бетону R_b :

Визначаємо розрахункову довжину плити:

$$l_o = l_{пл} - 0,24 \text{ м}$$

(Примітка: 0,24 м – const, оскільки це мінімальний розмір опору плити з двох сторін, див. рис 4.4).

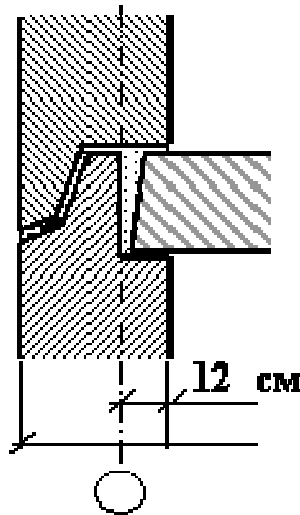


Рис. 2.4.4 - До визначення розрахункової довжини конструкції

Визначаємо згинальний момент, що виникає в стадії пожежі на погонний метр багатопустотної плити:

$$M = \frac{(g + 0,7 \cdot V) \cdot b_{пл} \cdot l_o^2}{8}, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де g_n - постійне навантаження (крім власної ваги плити), кН/м^2 ;

V_n - тимчасове навантаження, кН/м^2 ;

$b_{пл}$ - ширина плити, м;

l_o - розрахункова довжина плити

(Примітка: тимчасове навантаження V_n береться на 30% менше, оскільки враховує пересування людей під час евакуації при пожежі).

Визначаємо коефіцієнт стиснутої зони бетону в стадії пожежі:

$$\alpha_l = \frac{M}{R_b \cdot b_{пл} \cdot h_{пл}^2},$$

де R_b - розрахунковий опір бетону для граничних станів першої групи (визначається за додатком 18 залежно від виду і класу бетону), МПа;

Визначаємо відносну висоту стиснутої зони бетону в стадії пожежі:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_1}$$

Перевіряємо умову обмеження висоти стиснутої зони межами товщини полиці багатопустотної плити:

$$\xi \leq \xi_{\max} = 0,2$$

Якщо умова задовольняється, тоді стиснута зона знаходиться в межах полиці багатопустотної плити.

Визначаємо коефіцієнт зниження опору робочої арматури в стадії пожежі:

$$\gamma_{st} = \frac{M}{R_{sn} \cdot A_s \cdot h_{nl} (1 - 0,5\xi)}$$

де A_s – площа поперечного перетину арматури, береться з сортаменту за таблицею в додатку 16, м².

Знаючи коефіцієнт зниження опору робочої арматури в стадії пожежі і клас арматури, за таблицею в додатку 5 визначаємо критичну температуру нагріву робочої температури $t_{кр}$.

Визначаємо щільність сухого бетону:

$$\rho_{сух} = \frac{\rho_6}{1 + \frac{w}{100}}, \text{ кг/м}^3;$$

де ρ_6 – щільність бетону, кг/м³;

w_b – вологість бетону, %.

За таблицею в додатку 7 визначаємо коефіцієнт врахування впливу щільності сухого бетону K .

Коефіцієнт впливу теплопровідності бетону – за додатком 6 в залежності від виду бетону, з урахуванням наявності порожнин у плиті $\psi = 1,4 - \text{const}$ визначається за формулою:

$$\lambda_t = \psi(\lambda + B \cdot t_m), \text{ ккал/м} \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}.$$

Коефіцієнт теплоємності бетону – за додатком 6:

$$C_t = C + D \cdot t_m, \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}.$$

(Примітка: t_m – температура нагріву, $t_m = 450^\circ\text{C} - \text{const}$).

В випадку для бетону на гранітному щебені:

$$\lambda_t = 1,03 \psi - 0,0003 t;$$

$$c_t = 0,17 + 0,0002 t.$$

Визначаємо коефіцієнт температуропровідності бетону (з урахуванням щільності сухого бетону):

$$a_t = \frac{\lambda_t}{(c_t + 0,012 \cdot w) \cdot \rho_{сух}}$$

Визначаємо функцію помилок Гауса:

$$\text{erf}X = \frac{1250 - t_{кр}}{1250 - t_0}$$

де $t_0 = 20^\circ\text{C}$ – початкова температура (до пожежі).

Аргумент функції помилок Гауса X визначається за додаток 8, з інтерполяцією (дивитися по нульовому стовпчику).

Визначаємо ординату поверхні арматурного стрижня при заданій (нормативній) межі вогнестійкості:

$$y = 2 \cdot X \cdot \sqrt{a_t \cdot \tau} - K \sqrt{a_t}$$

(Примітка: межа вогнестійкості τ береться в годинах).

Визначаємо розрахункову товщину захисного шару бетону (див. рис. 4.5) біля робочої арматури:

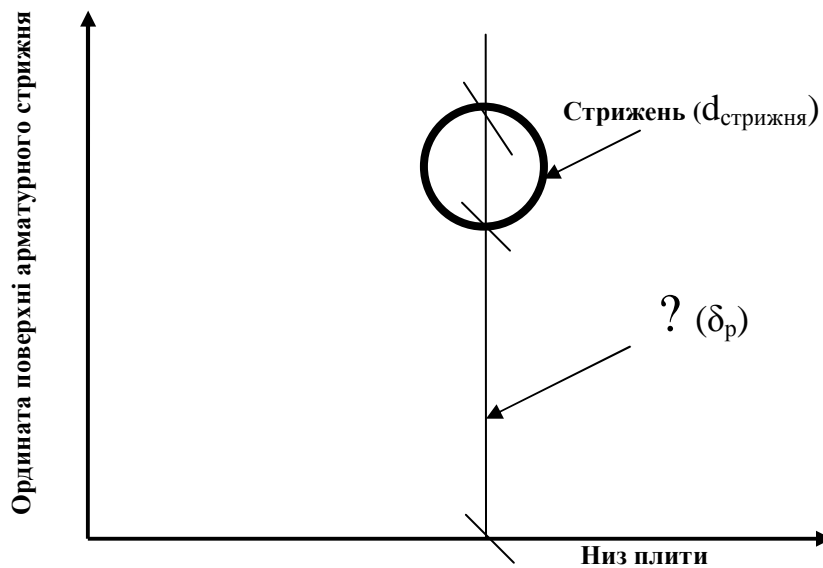


Рис. 2.4.5 - До визначення товщини захисного шару бетону

$$\delta_p = y - d_{\text{стрижня}}$$

(Примітка: діаметр стрижня $d_{\text{стрижня}}$ береться в метрах).

Згідно з нормами, мінімальна товщина захисного шару бетону приймається не менше 15-20 мм. Товщина захисного шару бетону повинна бути кратною 5-ти мм. Причому, якщо діаметр арматури більший 20-ти мм, товщина захисного шару приймається рівною діаметру арматури.

Якщо необхідна (розрахункова) товщина захисного шару менша, ніж конструктивна, приймаємо значення товщини захисного шару 15-20 мм.

2.4.4 Посилення залізобетонної плити перекриття

Мета задачі – підібрати спосіб посилення для залізобетонної плити перекриття, що працює в умовах перевантаження та пошкодження.

Приклад 1

Потрібно визначити, у скільки разів збільшиться несуча здатність плити після її посилення за допомогою обетонування з боку стиснутої зони (рис. 17а, б).

Плита армована 6-ма стрижнями діаметром 10. мм (крок 200 мм) зі сталі класу А-ІІ ($A_s = 4,71 \text{ см}^2$). Бетон плити класу В15. Переріз плити $b \times h = 1000 \times 70 \text{ мм}^2$.

Для бетону класу В15 розрахунковий опір бетону $R_B = 9,4 \text{ МПа}$, при $\gamma_{B2} = 1,1$.

Розрахунковий опір арматур $R_s = 280 \text{ МПа}$.

Відстань від рівнодійної сили в арматурі до найближчої грані перерізу дорівнює:

$$a = 2 + 1/2 = 2,5 \text{ см.}$$

Робоча висота перерізу

$$h_0 = h - a = 7 - 2,5 = 4,5 \text{ см}$$

Визначаємо висоту стиснутої зони бетону:

$$X = \frac{R_s A_s}{R_b b} = \frac{280 \cdot 4,71}{9,4 \cdot 100} = 1,4 \tilde{n}.$$

Значення граничної відносної висоти стиснутої зони

$$\xi_R = 0,642.$$

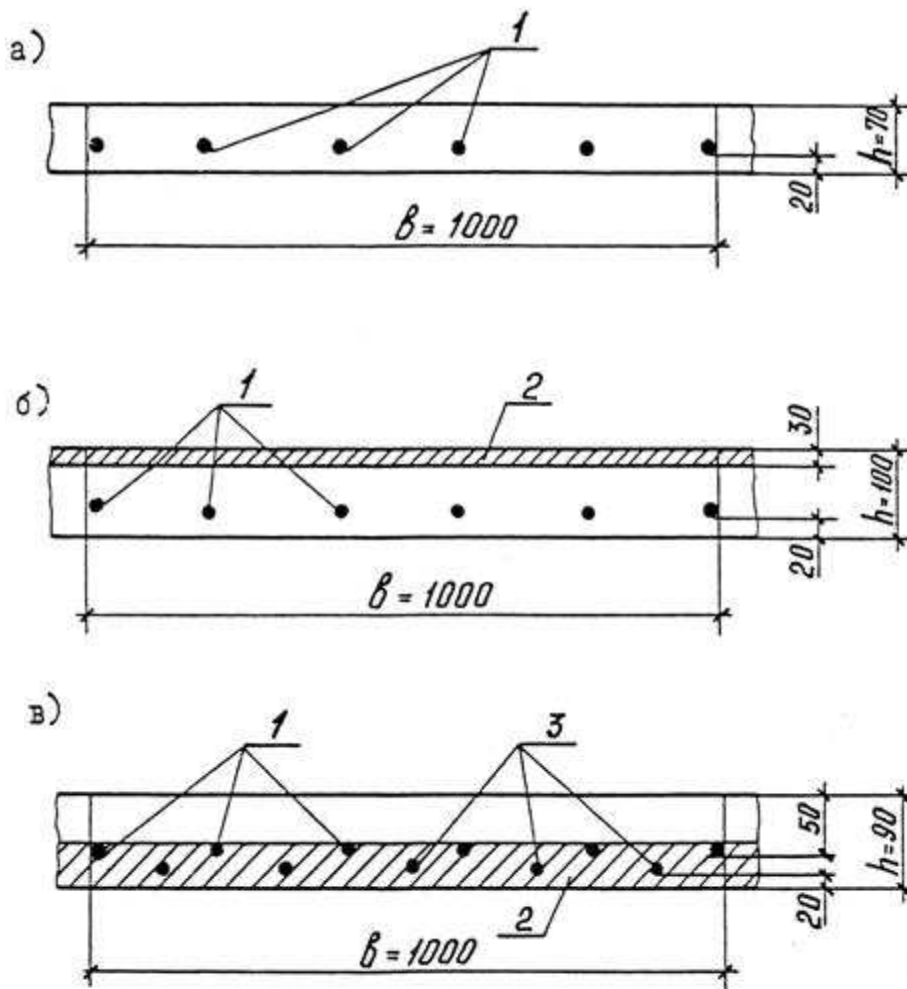


Рис. 17. До розрахунку посилення залізобетонних плит:

а - плита до посилення; б - плита після посилення нарощуванням зверху; в - плита після посилення нарощуванням знизу; 1 - існуюча арматура плити 6 $\varnothing 10$ А-ІІ; 2 - бетон посилення; 3 - арматури посилення 5 $\varnothing 10$ А-ІІ

Відносна висота стиснутої зони дорівнює:

$$\xi = \frac{X}{h_0} = \frac{1,4}{4,5} = 0,311;$$

$$\xi < \xi_R = 0,642.$$

Оскільки

$$X < \xi_R h_0 = 0,642 \cdot 4,5 = 2,89 \text{ см},$$

то міцність плити до посилення визначимо з умови:

$$M_1 = R_s A_s (h_0 - 0,5X) = 280 \cdot 4,71(4,5 - 0,5 \cdot 1,4) = 501,14 \text{ кН} \cdot \text{см} = 5,01 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Посилення здійснюємо шляхом обетонування верху плити бетоном класу В15, для чого попередньо проводиться розвантаження плити і насікання її поверхні для поліпшення зчеплення нового та старого бетону, (мал. 17б).

Визначаємо несучу здатність плити після посилення.

Робоча висота перерізу

$$h_0 = h - a = 10 - 2,5 = 7,5 \text{ см};$$

$$X = 1,4 \text{ см}; \xi_R = 0,642,$$

$$\xi = \frac{X}{h_0} = \frac{1,4}{7,5} = 0,187,$$

$$\xi < \xi_R = 0,642.$$

Оскільки

$$X < \xi_R h_0 = 0,642 \times 7,5 = 4,82 \text{ см},$$

то несуча здатність буде дорівнювати:

$$M_2 = R_s \cdot A_s (h_0 - 0,5x) = 280 \cdot 4,71(7,5 - 0,5 \cdot 1,4) = 8968 \text{ МПа} \cdot \text{см} = 896,8 \text{ кН} \cdot \text{см} = 8,97 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$M_2/M_1 = 8,97/5,01 = 1,8.$$

Отже, несуча здатність плити після її посилення збільшилася у 1,8 рази, що дозволяє збільшити в 1,8 рази навантаження на плиту.

Приклад 2

У результаті тривалої експлуатації в плиті (рис. 17а) відбулося руйнування захисного шару бетону і корозія робочої арматури до 30 %. Плита армована 6-ма стрижнями діаметром 10 мм (крок 200 мм) зі сталі класу А-ІІ ($A_s = 4,71 \text{ см}^2$). Бетон плити класу В15. Переріз плити $b \times h = 1000 \times 70 \text{ мм}^2$.

Потрібно розрахувати посилення плити.

Посилення відтворюємо шляхом установки додаткової арматури, що прикріплюється до існуючих поперечних арматурних стрижнів через 600 мм із наступним торкретуванням нижньої поверхні плити бетоном міцністю, рівною міцності бетону до посилення (рис. 17в).

Для бетону класу В15 розрахунковий опір бетону $R_c = 9,4 \text{ МПа}$ при $\gamma_{c2} = 1,1$.

Розрахунковий опір арматур $R_s = 280 \text{ МПа}$.

Визначаємо початкову несучу здатність плити до її руйнування.

Відстань від рівнодійної сили в арматурах до найближчої грані перерізу
 $a = 2 + 1/2 = 2,5$ см.

Робоча висота перерізу

$$h_0 = h - a = 7 - 2,5 = 4,5 \text{ см.}$$

Визначаємо висоту стиснутої зони бетону:

$$X = \frac{R_s A_s}{R_D b} = \frac{280 \cdot 4,71}{9,4 \cdot 100} = 1,4 \text{ см}$$

$$\xi_R = 0,642;$$

Оскільки

$$X < \xi_R h_0 = 0,642 \times 4,5 = 2,89 \text{ см,}$$

то міцність плити визначимо з умови:

$$M_I = R_s \cdot A_s (h_0 - 0,5x) = 280 \cdot 4,71 (4,5 - 0,5 \cdot 1,4) = 5011 \text{ МПа} \cdot \text{см} = 501,1 \text{ кН} \cdot \text{см} = 5,01 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Площа арматури до посилення $A_s = 4,71 \text{ см}^2$ (6 Ø 10).

Площа арматури з урахуванням її корозії й перевитрати 25 % площі

$$A_I = 4,71 - 0,3 \times 4,71 - 0,25 \times 4,71 = 2,12 \text{ см}^2.$$

Площа арматури посилення -

$$A_2 = 3,93 \text{ см}^2 \text{ (5 Ø 10).}$$

Сумарна площа арматури -

$$A_s = A_I + A_2 = 2,12 + 3,93 = 6,05 \text{ см}^2.$$

Статичний момент площі арматури A_I та A_2 щодо нижньої грані плити дорівнює

$$S_I = 2,12 \cdot 4,5 = 9,54 \text{ см}^3;$$

$$S_2 = 3,93 \cdot 2,5 = 9,83 \text{ см}^3.$$

Сумарний статичний момент площі арматури дорівнює:

$$S = S_I + S_2 = 9,54 + 9,83 = 19,37 \text{ см}^3.$$

Визначаємо положення центра ваги площ всієї розтягнутої арматури:

$$a = \frac{S}{A_s} = \frac{19,37}{6,05} = 3,2 \text{ см.}$$

Робоча висота перерізу плити -

$$h_0 = h - a = 9 - 3,20 = 5,8 \text{ см;}$$

$$X = \frac{280 \cdot 6,05}{9,4 \cdot 100} = 1,8 \text{ см;}$$

$$\xi_R = 0,642.$$

Оскільки

$$X / \xi_R h_0 = 0,642 \cdot 5,8 = 3,72 \text{ см,}$$

то міцність посиленої плити визначаємо за формулою:

$$M_2 = \gamma_c \cdot R_s \cdot A_s (h_0 - 0,5x) = 0,8 \times 280 \times 6,05 (5,8 - 0,5 \times 1,8) = 6600 \text{ МПа} \cdot \text{см} = 660 \text{ кН} \cdot \text{см} = 6,6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$
$$M_I = 5,01 \text{ кН} \cdot \text{м,}$$

де $\gamma_c = 0,8$ – коефіцієнт умов роботи конструкції за умови її посилення під навантаженням.

Міцність плити забезпечена.

Рекомендовані джерела

1. Робоча навчальна програма з дисципліни „Безпека експлуатації будівель та споруд” (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 „Охорона праці”). – Харків, ХНАМГ. – 2011. – 11 с.
2. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. Нормы проектирования. – М.:ЦИТП, 1991. – 94 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. К: Мінбуд України, 2006
4. ДБН В 1.1-7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. К. : Мінбуд України, 2002
5. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.:ЦИТП, 1989, 88 с.
6. Кулешов М.М., Уваров Ю.В., Олійник О.Л., Пустомельник В.П., Єгурнов О.І. Пожежна безпека будівель та споруд. : Харків, АЦЗУ, 2007 – 271 с.
7. Романенков И.Г., Зигерн–Корн В.Н. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов. – М.: Стройиздат, 1984. – 240 с.
8. Грушевский Б.В., Котов Н.Л., Сидорук В.И. Пожарная профилактика в строительстве. – М.: Стройиздат, 1984. – 368 с.
9. Яковлев А.И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. – М.:Стройиздат, 1988. – 143 с,
10. Ройтман М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1985. –592 с.
11. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций. НИИЖБ Госстроя СССР. – М., 1986.
12. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. – М.: Ассоциация "Пожарная безопасность и наука", 2001. – 382 с.
13. Методические рекомендации по технологии и механизации работ при строительстве, ремонте, усилении конструкций методом набрызга бетонной смеси. ЦНИИОМТП, 1986 г.
14. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений. Стройиздат, 1984 г.
15. Руководство по эксплуатации строительных конструкций производственных зданий промышленных предприятий. Стройиздат, 1981 г.
16. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам. ЦНИИпромзданий, 1989 г.
17. Рекомендации по усилению железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий, ч. I., Харьковский ПромстройНИИпроект, 1983 г.
18. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия 1.420.2-27. Усиление стальных конструкций производственных зданий. Выпуск 1-4.

Межі вогнестійкості протипожежних перешкод

Протипожежні перешкоди	Тип протипожежних перешкод	Межа вогнестійкості протипожежної перешкоди не менше	Тип заповнення прорізів не нижче	Тип тамбур-шлюзу не нижче
Стіни	1	REI 150	1	1
	2	REI 60	2	1
	3	REI 45	2	2
Перегородки	1	EI 45	2	1
	2	EI 15	3	2
Перекриття	1	REI 150	1	1
	2	REI 60	2	1
	3	REI 45	2	1
	4	REI 15	3	2

Межа вогнестійкості заповнення прорізів у протипожежних перешкодах

Заповнення прорізів у протипожежних перешкодах	Тип заповнення прорізів у протипожежних перешкодах	Межа вогнестійкості, не нижче
Двері, ворота, вікна, люки, клапани	1	EI 60
	2	EI 30
	3	EI 15
Завіси	1	EI 60

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі розповсюдження вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них								
	стіни				колони	сходові майданчики, косоури, сходи, балки, марші сходових кліток	плити, настили (у тому числі з утеплювачем) та ін. несучі конструкції перекриттів	елементи покриттів	
	несучі та сходових кліток	самонесучі	зовнішні несучі	внутрішні несучі				плити, настили (у тому числі з утеплювачем) та прогони	балки, ферми, арки, рами
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	REI 150, M0	REI 75, M0	E 30, M0	EI 30, M0	R 150, M0	R 60, M0	REI 60, M0	RE 30, M0	R 30, M0
II	REI 120, M0	REI 60, M0	EI 15, M0	EI 15, M0	R 120, M0	R 60, M0	REI 45, M0	RE 15, M0	R 15, M0
III	REI 120, M0	REI 60, M0	E 15, M0 E 30, M0	EI 15, M1	R 120, M0	R 60, M0	REI 45, M1	Не нормуються	
IIIa	REI 60, M0	REI 30, M0	E 15, M1	E 15, M1	R 15, M0	R 60, M0	REI 15, M0	RE 15, M1	R 15, M0
IIIб	REI 60, M1	REI 30, M1	E 15, M0 E 39, M1	EI 15, M0	R 60, M1	R 45, M0	REI 45, M1	RE 15, M0 RE 30, M1	R 45, M1
IV	REI 30, M1	REI 15, M1	E 15, M1	EI 15, M1	R 30, M1	R 15, M1	REI 15, M1	Не нормуються	
IVa	REI 30, M1	REI 15, M1	E 15	EI 15, M1	R 15, M0	R 15, M0	REI 15, M0	RE 15	R 15, M0
V	Не нормуються								

Коефіцієнти роботи бетону при нагріві

Бетон	Середня щільність бетону, ρ , кг/м ³	Коефіцієнт умов роботи бетону $\gamma_{\beta\tau}$ при температурі бетону, °C								
		20	100	200	300	400	500	600	700	800
Важкий бетон з великим заповнювачем із силікатних порід	2350	1.0	0.85	0.95	0.85	0.7	0.55	0.35	0.2	0.05
Те ж, з карбонатних порід	2350	1.0	0.9	1.0	0.9	0.75	0.6	0.4	0.25	0.06
Легкий бетон з великим заповнювачем з керамзиту	1600	1.0	0.95	1.0	0.9	0.75	0.65	0.65	0.55	0.4
Керамзито-перлітобетон	1200	1.0	0.92	0.83	0.74	0.65	0.55	0.47	0.37	0.28

Коефіцієнти роботи арматури при нагріві

Клас Арматури	$\gamma_{\sigma\tau}$ при температурі нагріву, °C									
	≤350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
A – I	1,0	1,0	0,8	0,65	0,5	0,35	0,23	0,15	0,05	0
A – II	1,0	1,0	0,9	0,7	0,5	0,35	0,23	0,15	0,05	0
A – III	1,0	1,0	0,95	0,75	0,6	0,45	0,30	0,15	0,10	0,05
A – IIIв	1,0	1,0	0,9	0,65	0,45	0,35	0,20	0,10	0,05	0
B – I, Bp – I	0,85	0,65	0,50	0,30	0,15	0,05	0	0	0	0
B-II, Bp-II	0,65	0,53	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0	0	0

Теплофізичні характеристики бетонів

№ п.п.	Вид бетону	ρ_{dr} , кг/м ³	$\lambda_t = A+B \cdot t$, ккал/(м·ч·°C)	$C_t = C+D \cdot t$
1.	На гранітному щебені	2330	$\lambda_t=1,03-0,0003t$	$C_t=0,17+0,0002t$
2.	На вапняковому щебені	2250	$\lambda_t=0,98-0,00047t$	$C_t=0,17+0,0002t$
3.	Піщаний бетон	1900	$\lambda_t=0,9-0,0005 t$	$C_t=0,184+0,00015t$
4.	Керамзитобетон	1380	$\lambda_t=0,33+0,00007t$	$C_t=0,2+0,000114t$
5.	Те ж	1030	$\lambda_t=0,22+0,000064t$	$C_t=0,2+0,000093t$
6.	Газобетон	1100	$\lambda_t=0,27$ (const)	$C_t=0,22+0,00015t$
7.	Перегородки і стіни з цегли глиняної (орієнтовно)	1800	$\lambda_t=0,65-0,0003t$	$C_t=0,21+0,0001t$
8.	Те ж, з силікатної цегли (орієнтовно)	1900	$\lambda_t=0,73-0,0003t$	$C_t=0,2+0,0001t$

Коефіцієнт щільності бетону

$\rho_{\text{др}}, \text{кг/м}^3$	1000	1500	2000	2300	2450
$K, \text{r}^{1/2}$	0.55	0.58	0.60	0.62	0.65

Функція помилок Гауса

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,00	0,0000	0011	0023	0034	0045	0056	0068	0079	0090	0102
0,01	0,0113	0124	0135	0147	0158	0169	0181	0192	0203	0214
0,02	0,0226	0237	0248	0259	0271	0282	0293	0305	0316	0327
0,03	0,0338	0350	0361	0372	0384	0395	0406	0417	0429	0440
0,04	0,0451	0462	0474	0485	0496	0507	0519	0530	0541	0552
0,05	0,0564	0575	0586	0597	0609	0620	0631	0642	0654	0665
0,06	0,0676	0687	0699	0710	0721	0732	0744	0755	0766	0777
0,07	0,0789	0800	0811	0822	0833	0845	0856	0867	0878	0890
0,08	0,0901	0912	0923	0934	0946	0957	0968	0979	0990	1002
0,09	0,1013	1024	1035	1046	1058	1069	1080	1091	1102	1113
0,10	0,1125	1136	1147	1158	1169	1180	1192	1203	1214	1225
0,11	0,1236	1247	1259	1270	1281	1292	1303	1314	1325	1336
0,12	0,1348	1359	1370	1381	1392	1403	1414	1425	1436	1448
0,13	0,1459	1470	1481	1492	1503	1514	1525	1536	1547	1558
0,14	0,1569	1581	1592	1603	1614	1625	1636	1647	1658	1669
0,15	0,1680	1691	1702	1713	1724	1735	1746	1757	1768	1779
0,16	0,1790	4801	1812	1823	1834	1845	1856	1867	1878	1889
0,17	0,1900	1911	1922	1933	1944	1955	1966	1977	1988	1998
0,18	0,2009	2020	2031	2042	2053	2064	2075	2086	2097	2108
0,19	0,2118	2129	2140	2151	2162	2173	2184	2194	2205	2216
0,20	0,2227	2238	2249	2260	2270	2281	2292	2303	2314	2324
0,21	0,2335	2346	2357	2368	2378	2389	2400	2411	2421	2432
0,22	0,2443	2454	2464	2475	2486	2497	2507	2518	2529	2540
0,23	0,2550	2561	2572	2582	2593	2604	2614	2625	2636	2646
0,24	0,2657	2668	2678	2689	2700	2710	2721	2731	2742	2753
0,25	0,2763	2774	2784	2795	2806	2816	2827	2837	2848	2858
0,26	0,2869	2880	2890	2901	2911	2922	2932	2943	2953	2964
0,27	0,2974	2985	2995	3006	3016	3027	3037	3047	3058	3068
0,28	0,3079	3089	3100	3116	3120	3131	3141	3152	3162	3172
0,29	0,3183	3193	3204	3214	3224	3235	3245	3255	3266	3276
0,30	0,3286	3297	3307	3317	3327	3338	3348	3358	3369	3379
0,31	0,3389	3399	3410	3420	3430	3440	3450	3461	3471	3481
0,32	0,3491	3501	3512	3522	3532	3542	3552	3562	3573	3583
0,33	0,3593	3603	3613	3623	3633	3643	3653	3663	3674	3684

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,34	0,3694	3704	3714	3724	3734	3744	3754	3764	3774	3784
0,35	0,3794	3804	3814	3824	3834	3844	3854	3864	3873	3883
0,36	0,3893	3903	3913	3923	3933	3943	3953	3963	3972	3982
0,37	0,3992	4002	4012	4022	4031	4041	4051	4061	4071	4080
0,38	0,4090	4100	4110	4119	4129	4139	4149	4158	4168	4178
0,39	0,4187	4197	4207	4216	4226	4236	4245	4255	4265	4274
0,40	0,4285	4294	4305	4314	4325	4334	4345	4354	4365	4374
0,41	0,4385	4394	4404	4413	4424	4433	4435	4444	4455	4464
0,42	0,4475	4486	4495	4504	4515	4523	4532	4543	4550	4600
0,43	0,4569	4578	4588	4597	4606	4616	4625	4634	4644	4653
0,44	0,4662	4672	4681	4690	4699	4709	4718	4727	4736	4746
0,45	0,4755	4764	4773	4782	4792	4801	4810	4819	4828	4837
0,46	0,4847	4856	4865	4874	4883	4892	4901	4910	4919	4928
0,47	0,4937	4946	4956	4965	4974	4983	4992	5001	5010	5019
0,48	0,5027	5036	5045	5054	5063	5072	5081	5090	5099	5108
0,49	0,5117	5126	5134	5143	5152	5161	5170	5179	5187	5196
0,50	0,5205	5214	5223	5231	5240	5249	5258	5266	5275	5284
0,51	0,5292	5301	5310	5318	5327	5336	5344	5353	5362	5370
0,52	0,5379	5388	5396	5405	5413	5422	5430	5439	5448	5456
0,53	0,5465	5473	5482	5490	5499	5507	5516	5524	5533	5541
0,54	0,5549	5558	5566	5575	5583	5591	5600	5608	5617	5625
0,55	0,5633	5642	5650	5658	5667	5675	5683	5691	5700	5708
0,56	0,5716	5724	5733	5741	5749	5757	5765	5774	5782	5790
0,57	0,5798	5806	5814	5823	5831	5839	5847	5855	5863	5871
0,58	0,5879	5887	5895	5903	5911	5919	5927	5935	5943	5951
0,59	0,5959	5967	5975	5983	5991	5999	6007	6015	6023	6031
0,60	0,6039	6046	6054	6062	6070	6078	6086	6093	6101	6109
0,61	0,6117	6125	6132	6140	6148	6156	6163	6171	6179	6186
0,62	0,6194	6202	6209	6217	6225	6232	6240	6248	6255	6263
0,63	0,6270	6278	6286	6293	6301	6308	6316	6323	6331	6338
0,64	0,6346	6353	6361	6368	6376	6383	6391	6398	6405	6413
0,65	0,6420	6428	6435	6442	6450	6457	6464	6472	6479	6486
0,66	0,6494	6501	6508	6516	6523	6530	6537	6545	6552	6559
0,67	0,6566	6573	6581	6588	6595	6602	6609	6616	6624	6631
0,68	0,6638	6645	6652	6659	6666	6673	6680	6687	6694	6701
0,69	0,6708	6715	6722	6729	6736	6743	6750	6757	6764	6771
0,70	0,6778	6785	6792	6799	6806	6812	6819	6826	6833	6840
0,71	0,6847	6853	6860	6867	6874	6881	6887	6894	6901	6908
0,72	0,6914	6921	6928	6934	6941	6948	6954	6961	6968	6974
0,73	0,6981	6988	6994	7001	7007	7014	7021	7027	7034	7040
0,74	0,7047	7053	7060	7066	7073	7079	7086	7092	7099	7105
0,75	0,7112	7118	7124	7131	7137	7144	7150	7156	7163	7169
0,76	0,7175	7182	7188	7194	7201	7207	7213	7219	7226	7232
0,77	0,7238	7244	7251	7257	7263	7269	7275	7282	7288	7294
0,78	0,7300	7306	7312	7318	7325	7331	7337	7343	7349	7355
0,79	0,7361	7367	7373	7379	7385	7391	7397	7403	7409	7415

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,80	0,7421	7427	7433	7439	7445	7451	7457	7462	7468	7474
0,81	0,7480	7486	7492	7498	7503	7509	7515	7521	7527	7532
0,82	0,7538	7544	7550	7555	7561	7567	7572	7578	7584	7590
0,83	0,7595	7601	7607	7612	7618	7623	7629	7635	7640	7646
0,84	0,7651	7657	7663	7668	7674	7679	7685	7690	7696	7701
0,85	0,7707	7712	7718	7723	7729	7734	7739	7745	7750	7756
0,86	0,7761	7766	7772	7777	7782	7788	7793	7798	7804	7809
0,87	0,7814	7820	7825	7830	7835	7841	7846	7851	7856	7862
0,88	0,7867	7872	7878	7883	7888	7894	7899	7904	7908	7914
0,89	0,7918	7924	7929	7936	7940	7945	7950	7954	7959	7964
0,90	0,7969	7974	7979	7984	7989	7994	7999	8004	8009	8014
0,91	0,8019	8024	8029	8034	8038	8043	8048	8053	8058	8063
0,92	0,8068	8073	8077	8082	8087	8092	8097	8101	8106	8111
0,93	0,8116	8120	8125	8130	8135	8139	8144	8149	8153	8158
0,94	0,8163	8167	8172	8177	8181	8186	8191	8195	8200	8204
0,95	0,8209	8213	8218	8223	8227	8232	8236	8241	8245	8250
0,96	0,8254	8259	8263	8268	8272	8277	8281	8285	8290	8294
0,97	0,8299	8303	8307	8312	8316	8321	8325	8329	8334	8338
0,98	0,8342	8347	8351	8355	8360	8364	8368	8372	8377	8381
0,99	0,8385	8389	8394	8398	8402	8406	8410	8415	8419	8423
1,00	0,8427	8431	8435	8439	8444	8448	8452	8456	8460	8464
1,01	0,8468	8472	8476	8480	8484	8488	8492	8496	8500	8504
1,02	0,8508	8512	8516	8520	8524	8528	8532	8536	8540	8544
1,03	0,8548	8552	8556	8560	8563	8567	8571	8575	8579	8583
1,04	0,8586	8590	8594	8598	8602	8606	8609	8613	8617	8621
1,05	0,8624	8628	8632	8636	8639	8643	8647	8650	8654	8658
1,06	0,8661	8665	8669	8672	8676	8680	8683	8687	8691	8694
1,07	0,8698	8701	8705	8708	8712	8716	8719	8723	8726	8730
1,08	0,8733	8737	8740	8744	8747	8751	8754	8758	8761	8765
1,09	0,8768	8771	8775	8778	8782	8785	8789	8792	8795	8799
1,10	0,8802	8805	8809	8812	8815	8819	8822	8825	8829	8832
1,11	0,8835	8839	8842	8845	8848	8852	8855	8858	8861	8865
1,12	0,8868	8871	8874	8878	8881	8884	8887	8890	8893	8897
1,13	0,8900	8903	8906	8909	8912	8915	8918	8922	8925	8928
1,14	0,8931	8934	8937	8940	8943	8946	8949	8952	8955	8958
1,15	0,8961	8964	8967	8970	8973	8976	8979	8982	8985	8988
1,16	0,8991	8994	8997	9000	9003	9006	9008	9011	9014	9017
1,17	0,9020	9023	9026	9029	9031	9034	9037	9040	9043	9046
1,18	0,9048	9051	9054	9057	9060	9062	9065	9068	9071	9073
1,19	0,9076	9079	9082	9084	9087	9090	9092	9095	9098	9100
1,20	0,9103	9106	9108	9111	9114	9116	9119	9122	9124	9127
1,21	0,9130	9132	9135	9137	9140	9143	9145	9148	9150	9153
1,22	0,9155	9158	9160	9163	9165	9168	9171	9173	9176	9178
1,23	0,9181	9183	9185	9188	9190	9193	9195	9198	9200	9203
1,24	0,9205	9207	9210	9212	9215	9217	9219	9222	9224	9227
1,25	0,9229	9231	9234	9236	9238	9241	9243	9245	9248	9250

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,26	0,9252	9255	9257	9259	9262	9264	9266	9268	9271	9273
1,27	0,9275	9277	9280	9282	9284	9286	9289	9291	9293	9295
1,28	0,9297	9300	9302	9304	9306	9308	9310	9313	9315	9317
1,29	0,9319	9321	9323	9325	9327	9330	9332	9334	9336	9338
1,30	0,9340	9342	9344	9346	9348	9350	9352	9355	9357	9359
1,31	0,9361	9363	9365	9367	9369	9371	9373	9375	9377	9379
1,32	0,9381	9383	9385	9387	9389	9390	9392	9394	9396	9398
1,33	0,9400	9402	9404	9406	9408	9410	9412	9413	9415	9417
1,34	0,9419	9421	9423	9425	9427	9429	9431	9433	9434	9437
1,35	0,9439	9441	9443	9444	9446	9448	9450	9452	9453	9454
1,36	0,9456	9457	9459	9461	9463	9464	9466	9468	9470	9471
1,37	0,9473	9475	9477	9478	9480	9482	9484	9485	9487	9488
1,38	0,9490	9492	9494	9495	9497	9499	9500	9502	9503	9505
1,39	0,9507	9508	9510	9512	9513	9515	9516	9518	9520	9521
1,40	0,9523	9524	9526	9528	9529	9531	9532	9534	9535	9537
1,41	0,9539	9540	9542	9543	9545	9546	9548	9549	9551	9552
1,42	0,9554	9555	9557	9558	9560	9561	9563	9564	9566	9567
1,43	0,9569	9570	9571	9573	9574	9576	9577	9579	9580	9582
1,44	0,9583	9584	9586	9587	9589	9590	9591	9593	9594	9596
1,45	0,9597	9598	9600	9601	9602	9604	9605	9607	9608	9609
1,46	0,9611	9612	9613	9615	9616	9617	9618	9620	9621	9622
1,47	0,9624	9625	9626	9628	9629	9630	9631	9633	9634	9635
1,48	0,9637	9638	9639	9640	9642	9643	9644	9645	9647	9648
1,49	0,9649	9650	9651	9653	9654	9655	9656	9657	9659	9660
1,50	0,9661	9662	9663	9665	9666	9667	9668	9669	9670	9672
1,5	0,9661	9673	9684	9695	9706	9716	9726	9736	9745	9755
1,6	0,9763	9772	9780	9788	9796	9804	9811	9818	9825	9832
1,7	0,9838	9844	9850	9856	9861	9867	9872	9877	9882	9886
1,8	0,9891	9895	9899	9903	9907	9911	9915	9918	9922	9925
1,9	0,9928	9931	9934	9937	9939	9942	9944	9947	9949	9951
2,0	0,9953	9955	9957	9959	9961	9963	9964	9966	9967	9969
2,1	0,9970	9972	9973	9974	9975	9976	9977	9979	9980	9980
2,2	0,9981	9982	9983	9984	9985	9985	9986	9987	9987	9988
2,3	0,9989	9989	9990	9990	9991	9991	9992	9992	9992	9993
2,4	0,9993	9993	9994	9994	9994	9995	9995	9995	9995	9996
2,5	0,9996	9996	9996	9997	9997	9997	9997	9997	9997	9998
2,6	0,9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9998	9999
2,7	0,9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
2,8	0 9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	1,000	1,000	1,000

Значення коефіцієнта подовжнього вигину

$\ell_0/b_{\text{я}}$	$\ell_0/b_{\text{я}}$	φ	$\ell_0/b_{\text{я}}$	$\ell_0/b_{\text{я}}$	φ
≤ 8	≤ 7	1	24	21	0.73
10	8.5	0.98	26	22.5	0.68
12	10.5	0.96	28	24	0.64
14	12	0.93	30	26	0.59
16	14	0.89	32	28	0.54
18	15.5	0.85	34	29.5	0.49
20	17	0.81	36	31	0.44
22	19	0.77	38	33	0.39

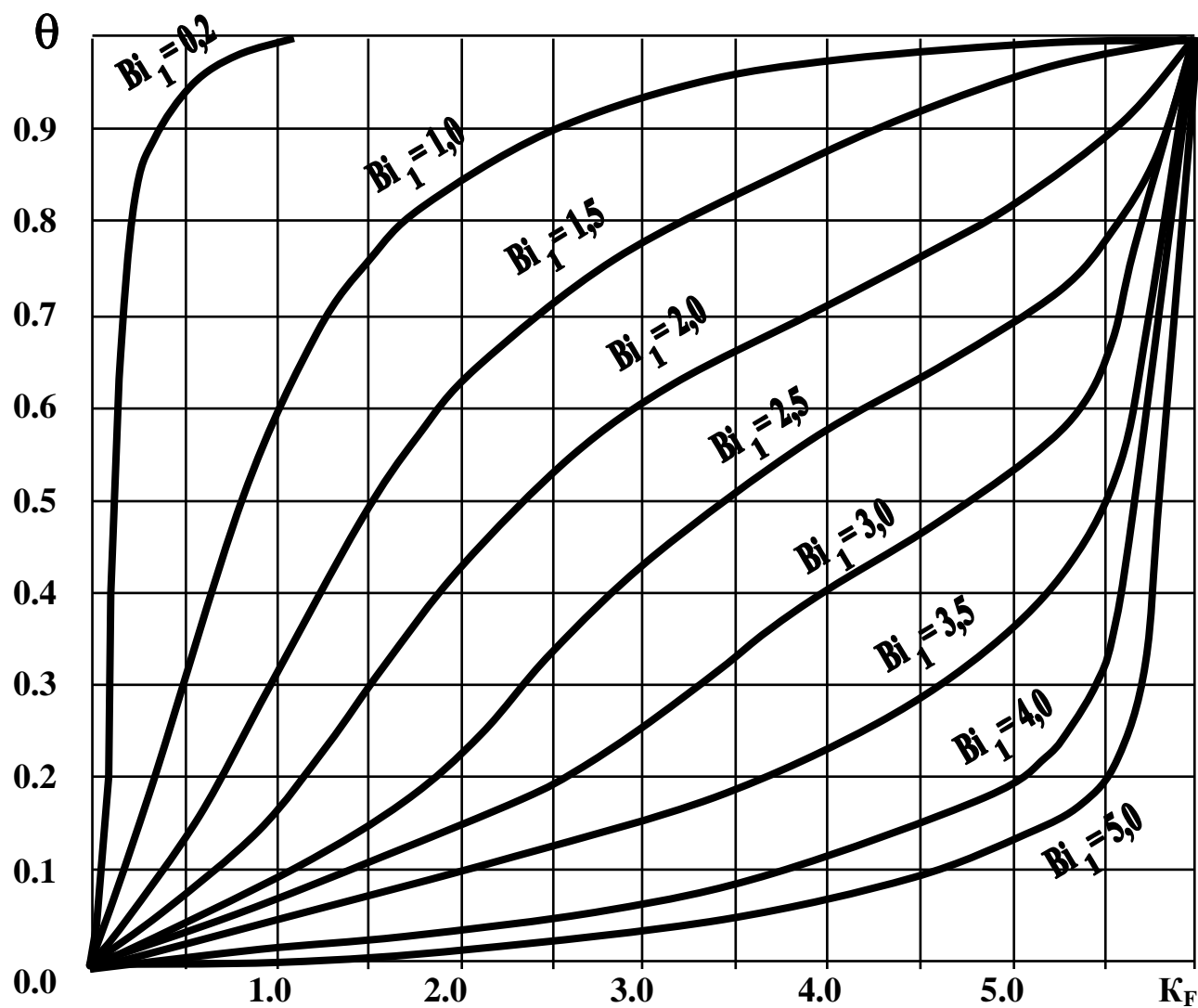
Температура в середині необмеженої пластини

Fo/4	θ_c	Fo/4	θ_c	Fo/4	θ_c	Fo/4	θ_c
0.001-0.007	1.0000	0.044	0.8162	0.054	0.7437	0.091	0.5185
0.008	0.9998	0.045	0.8088	0.055	0.7367	0.092	0.5134
0.009	0.9996	0.046	0.8015	0.056	0.7297	0.093	0.5084
0.010	0.9992	0.047	0.7941	0.057	0.7227	0.094	0.5034
0.011	0.9985	0.048	0.7868	0.058	0.7158	0.095	0.4985
0.012	0.9975	0.049	0.7796	0.059	0.7090	0.096	0.4936
0.013	0.9961	0.050	0.7723	0.087	0.5393	0.097	0.4887
0.014	0.9944	0.051	0.7651	0.088	0.5340	0.098	0.4839
0.015	0.9922	0.052	0.7579	0.089	0.5288	0.099	0.4792
0.016	0.9896	0.053	0.7508	0.090	0.5236	0.100	0.4745

Залежність значень $\gamma_{\text{Г}}$, $\gamma_{\text{б}}$, $\gamma_{\text{в}}$

t, °C	T, K	$\gamma_{\text{Г}}$	$\gamma_{\text{б}}$	$\gamma_{\text{в}}$	t, °C	T, K	$\gamma_{\text{Г}}$	$\gamma_{\text{б}}$	$\gamma_{\text{в}}$
20	293	1	1	1	400	673	0,70	0,86	0,90
100	373	0,99	0,96	1	450	723	0,65	0,84	—
150	423	0,93	0,95	—	500	773	0,58	0,80	0,60
200	473	0,85	0,94	1,12	550	823	0,45	0,77	—
250	523	0,81	0,92	—	600	873	0,34	0,72	0,30
300	573	0,77	0,90	1,09	650	923	0,22	0,68	—
650	623	0,74	0,88	—	700	973	0,11	0,59	—

Номограма залежності θ – Bi_1 – K_p ($K_p = Bi_1^2 \cdot Fo$).



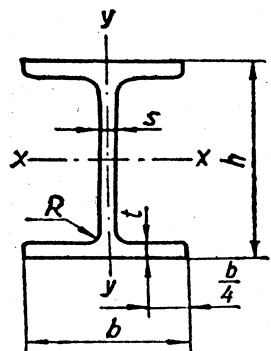
Сортамент пиломатеріалів хвойних порід

Товщина, мм	ширина, мм								
	75	100	125	150	—	—	—	—	—
16	75	100	125	150	—	—	—	—	—
19	75	100	125	150	175	—	—	—	—
22	75	100	125	150	175	200	225	—	—
25	75	100	125	150	175	200	225	250	—
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150.	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	—	100	125	150	175	200	225	250	275
125	—	—	125	150	175	200	225	250	—
150	—	—	—	150	175	200	225	250	—
175	—	—	—	—	175	200	225	250	—
200	—	—	—	—	—	200	225	250	—
250	—	—	—	—	—	—	—	250	—

Примітки:

1. Розміри пиломатеріалів за довжиною встановлені з градацією 0.25 м від 1 до 6.5 м.
2. Номінальні товщина і ширина пиломатеріалів встановлені для деревини з вологістю 20 %.
3. Дошка має ширину, більшу за подвійну товщину. Брусок відповідно - не більше подвійної товщини, брус - якщо товщина і ширина більше 100 мм.
4. При необхідності прийняття спеціального замовлення розміри пиломатеріалів можуть відрізнятися від зазначених у таблиці.

Сортамент двотаврових балок:

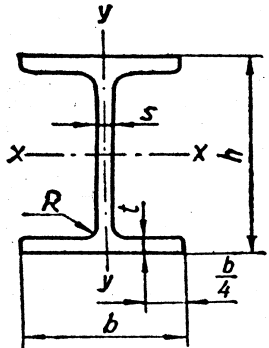


h – висота балки; b – ширина полиці; t – товщина полиці; d – товщина стінки;

R – радіус внутрішнього закруглення; J – момент інерції перерізу; W – момент опору перерізу;

S – статистичний момент напівперерізу; i – радіус інерції; J_t – момент інерції при крутінні

Номер балки	Розмір, мм					$A, \text{см}^2$	$q, \text{кг/м}$	$J_x, \text{см}^4$	$W_x, \text{см}^3$	$i_x, \text{см}$	$S_x, \text{см}^3$	$J_y, \text{см}^4$	$W_y, \text{см}^3$	$i_y, \text{см}$	$J_t, \text{см}^4$
	h	b	d	t	R										
10	100	55	4,5	7,2	7,1	12,0	9,46	198	39,7	4,06	23,0	17,9	6,49	1,22	2,28
12	120	64	4,8	7,3	7,5	14,7	11,50	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38	2,88
14	140	73	4,9	7,5	8,0	17,4	13,70	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,50	1,55	3,59
16	160	81	5,0	7,8	8,5	20,2	15,90	873	109,0	6,57	62,3	58,6	14,50	1,70	4,45
18	180	90	5,1	8,1	9,0	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	82,4	82,6	18,40	1,88	5,50
20	200	100	5,2	8,4	9,5	25,8	21,00	1840	184,0	8,28	104,0	115,0	23,10	2,07	6,92
22	220	110	5,4	8,7	10,0	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	131,0	157,0	28,60	2,27	6,60
24	240	115	5,5	9,5	10,5	34,8	27,30	3450	289,0	9,97	163,0	198,0	34,50	2,37	11,10
27	270	125	6,0	9,8	11,0	40,2	31,50	5010	371,0	11,20	210,0	250,0	41,50	2,54	15,60
30	300	135	6,5	10,2	12,0	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	268,0	337,0	49,90	2,69	17,40
33	330	140	7,0	11,2	13,0	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	339,0	419,0	59,90	2,79	23,80
36	360	145	7,5	12,3	14,0	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	423,0	516,0	71,10	2,89	31,40
40	400	155	8,3	13,0	15,0	72,7	57,00	19062	953,0	16,20	545,0	667,0	86,10	3,03	40,60
45	450	160	9,0	14,2	16,0	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	708,0	808,0	101,00	3,09	54,70
50	500	170	10,0	15,2	17,00	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	919,0	1043,0	123,00	3,23	75,40
55	550	180	11,0	16,5	18,0	118,0	92,60	56962	2035,0	21,80	1181,0	1356,0	151,00	3,39	100,00
60	600	190	12,0	17,8	20,0	138,0	108,00	78606	2560,0	23,80	1491,0	1725,0	182,00	3,54	135,00



Двотаври сталеві гарячекатані з паралельними гранями полиць за ГОСТ 26020-83
Приклад позначення І 40К1/ГОСТ 26020-83

№ профіля	Лінійна щільність, кг/м	Розміри, мм					Площа перерізу, см ²	Довідкові значення для осей						
								<i>x</i> – <i>x</i>				<i>y</i> – <i>y</i>		
		h	b	s	t	R		<i>I</i> _{<i>x</i>} , см ⁴	<i>W</i> _{<i>x</i>} см ³	<i>S</i> _{<i>x</i>} , см ³	<i>i</i> _{<i>x</i>} , см	<i>I</i> _{<i>y</i>} , см ⁴	<i>W</i> _{<i>y</i>} см ³	<i>i</i> _{<i>x</i>} , см
Нормальні двотаври														
10Б1	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,32	171	34,2	19,7	4,07	16,9	5,8	1,24
12Б1	8,7	117,6	64	3,8	5,1		11,03	257	43,8	24,9	4,83	22,4	7	1,42
12Б2	10,4	120	64	4,4	6,3		13,21	318	53	30,4	4,90	27,7	8,6	1,45
14Б1	10,5	137,4	73	3,8	5,6		13,39	435	63,3	35,8	5,70	36,4	10	1,65
14Б2	12,9	140	73	4,7	6,9		16,43	541	77,3	44,2	5,74	44,9	12,3	1,65
16Б1	12,7	157	82	4	5,9	9	16,18	689	87,8	49,5	6,53	54,4	13,3	1,83
16Б2	15,8	160	82	5	7,4		20,09	869	108,7	61,9	6,58	68,3	16,6	1,84
18Б1	15,4	177	91	4,3	6,5		19,58	1063	120,1	67,7	7,37	81,9	18	2,04
18Б2	18,8	180	91	8,3	8		23,95	1317	146,3	83,2	7,41	100,8	22,2	2,05
20Б1	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,49	1943	194,3	110,3	8,26	147,2	28,5	2,23
23Б1	25,8	230	110	5,6	9		32,91	2996	260,5	147,2	9,54	200,3	36,4	2,47
26Б1	28	268	120	5,8	8,5		35,62	4024	312,0	176,6	10,63	245,6	40,9	2,63
26Б2	31,2	261	120	6	10		39,70	4654	356,6	201,5	10,83	288,8	48,1	2,70
30Б1	32,9	296	140	5,8	8,5	15	41,92	6328	427,0	240,0	12,29	390,0	55,7	3,05
30Б2	36,6	299	140	6,0	10		46,67	7293	487,8	273,8	12,50	458,6	65,5	3,13
35Б1	38,9	346	155	6,2	8,5	18	49,53	10060	581,7	328,6	14,25	529,6	68,3	3,27
35Б2	43,3	349	155	6,5	10		55,17	11550	662,2	373	14,47	322,9	80,4	3,36

№ профіля	Лінійна щільність, кг/м	Розміри, мм					Площа перерізу, см ²	Довідкові значення для вісей						
								x – x				y – y		
		h	b	s	t	R		I _x , см ⁴	W _x , см ³	S _x , см ³	i _x , см	I _y , см ⁴	W _y , см ³	i _x , см
40Б1	48,1	392	165	7	9,5	21	61,25	15750	803,6	456	16,03	714,9	86,7	3,42
40Б2	54,7	396	165	7,5	11,5		69,72	18530	935,7	529,7	16,30	865	104,8	3,52
45Б1	59,8	443	180	7,8	11		76,23	24940	1125,8	639,5	18,09	1073,7	119,3	3,75
45Б2	67,5	447	180	8,4	13		85,96	28870	1291,9	732,9	18,32	1269	141	3,84
50Б1	73	492	200	8,8	12		92,98	37160	1511	860,4	19,99	1606	160,6	4,16
50Б2	80,7	496	200	9,2	14		102,80	42390	1709	970,2	20,30	1873	187,3	4,27
55Б1	89	543	220	9,5	13,5	24	113,37	55680	2051	1165	22,16	2404	218,6	4,61
55Б2	97	547	220	10	15,5		124,75	62790	2296	1302	22,43	2760	250,9	4,70
60Б1	106,2	593	230	10,5	15,5		135,26	78760	2656	1512	24,13	3154	274,3	4,83
60Б2	115,6	597	230	11	17,5		147,30	87640	2936	1669	24,39	3561	309,6	4,92
70Б1	129,3	691	260	12	15,5		164,70	125930	3645	2095	27,65	4556	350,5	5,26
70Б2	144,2	697	260	12,5	18,5		183,60	145912	4187	2393	28,19	5437	418,3	5,44
80Б1	159,5	791	280	13,5	17	26	203,20	199500	5044	2917	31,33	6244	446,0	5,54
80Б2	177,9	798	280	14	20,5		226,60	232200	5820	3343	32,01	7527	537,6	5,76
90Б1	194	893	300	15	18,5	30	247,10	304400	6817	3964	35,09	8365	557,6	5,82
90Б2	213,8	900	300	15,5	22		272,40	349200	7760	4480	35,80	9943	662,8	6,04
100Б1	230,8	990	320	16	21		293,82	446000	9011	5234	38,96	11520	719,9	6,26
100Б2	258,2	998	320	17	25		328,9	516400	10350	5980	39,62	13710	856,9	6,46
100Б3	285,7	1006	320	18	29		364,00	597700	11680	6736	40,18	15900	993,9	6,61
100Б4	314,5	1013	320	19,5	32,5		400,60	655400	12940	7470	40,45	17830	1114,3	6,67

№ профіля	Лінійна щільність, кг/м	Розміри, мм					Площа перерізу, см ²	Довідкові значення для вісей						
								$x-x$				$y-y$		
		h	B	s	t	R		I_x , см ⁴	W_x , см ³	S_x , см ³	i_x , см	I_y , см ⁴	W_y , см ³	i_x , см
Широкополицеві двотаври														
20Ш1	30,6	196	193	6	9	13	38,95	2660	275	153	8,26	507	67,6	3,61
23Ш1	36,2	226	155	6,5	10	14	46,08	4260	377	210	9,62	622	80,2	3,67
26Ш1	42,7	251	180	7	10	16	54,37	6225	496	276	10,70	974	108,2	4,23
26Ш2	49,2	255	180	7,5	12		62,73	7429	583	325	10,88	1168	129,8	4,31
30Ш1	53,6	291	200	8	11	18	68,31	10400	715	398	12,34	1470	147	4,64
30Ш2	61	295	200	8,5	13		77,65	12200	827	462	12,53	1737	173,7	4,73
30Ш3	68,3	299	200	9	15		87	14040	939	526	12,70	2004	200,4	4,80
35Ш1	75,1	338	250	9,5	12,5	20	95,67	19790	1171	651	14,38	3260	261	5,84
35Ш2	82,2	341	250	10,0	14		104,74	22070	1295	721	14,52	3650	292	5,90
35Ш3	91,3	345	250	10,5	16		116,30	25140	1458	813	14,70	4170	334	5,99
40Ш1	96,1	388	300	9,5	14	22	122,40	34360	1771	976	16,76	6306	420	7,18
40Ш2	111,1	392	300	11,5	16		141,60	39700	2025	1125	16,75	7209	481	7,14
40Ш3	123,4	396	300	12,5	18		157,20	44740	2260	1259	16,87	8111	541	7,18
50Ш1	114,4	484	300	11	15	26	145,70	60930	2518	1403	20,45	6762	451	6,81
50Ш2	138,7	489	300	14,5	17,5		176,60	72530	2967	1676	20,26	7900	526	6,69
50Ш3	156,4	495	300	15,5	20,5		199,20	84200	3402	1923	20,56	7900	526	6,81
50Ш4	174,1	501	300	16,5	23,5		221,70	96150	3838	2173	20,82	10600	707	6,92
60Ш1	142,1	580	320	12	17	28	181,10	107300	3701	2068	24,35	9302	581	7,17
60Ш2	176,9	587	320	16	20,5		225,30	131800	4490	2544	24,19	11230	702	7,06
60Ш3	205,5	595	320	18	27,5		299,80	247100	7059	4017	28,72	15070	942	7,09
60Ш4	234,2	603	320	20	28,5		298,34	182500	6055	3455	24,73	15620	976	7,23
70Ш1	169,9	683	320	13,5	19	30	216,40	172000	5036	2843	28,19	10400	650	6,93
70Ш2	197,6	691	320	15	23		251,70	205500	5949	3360	28,58	12590	787	7,07
70Ш3	235,4	700	320	18	27,5		299,80	247100	7059	4017	28,72	15070	942	7,09
70Ш4	268,1	708	320	20,5	31,5		341,60	284400	8033	4598	28,85	17270	1079	7,11
70Ш5	305,9	718	320	23	36,5		389,70	330600	9210	5298	29,13	20020	1251	7,17

Сортамент арматури

Діаметр, мм	Розрахункова площа поперечного перетину, см ² , при кількості стержнів										Маса 1м, кг	Арматура								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Стержнева класів						Дротяна класів		
												A–I	A–II	A–III	A–IV	A–V	A–VI	Bp-I	B-II	Bp-II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
3	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,71	0,055	—	—	—	—	—	—	x	—	—
4	0,12	0,25	0,36	0,50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13	1,26	0,098	—	—	—	—	—	—	x	x	—
5	0,19	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	0,154	—	—	—	—	—	—	x	x	x
6	0,28	0,57	0,86	1,13	1,42	1,7	1,98	2,26	2,55	2,83	0,222	x	—	x	—	—	—	—	x	x
7	0,38	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	0,302	—	—	—	—	—	—	—	x	x
8	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	5,03	0,395	x	—	x	—	—	—	—	x	x
10	0,78	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	0,617	x	x	x	x	x	x	—	—	—
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31	0,888	x	x	x	x	x	x	—	—	—
14	1,53	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	15,39	1,208	x	x	x	x	x	x	—	—	—
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,1	20,11	1,578	x	x	x	x	x	x	—	—	—
18	2,54	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,9	25,45	1,998	x	x	x	x	x	x	—	—	—
20	3,14	6,28	9,41	12,56	15,71	18,85	21,99	25,14	28,28	31,42	2,466	—	x	x	x	x	x	—	—	—
22	3,80	7,60	11,4	15,2	19	22,81	26,61	30,41	34,21	38,01	2,984	x	x	x	x	x	x	—	—	—
25	4,90	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,13	49,09	3,853	—	x	x	x	x	x	—	—	—
28	6,15	12,3	18,47	24,63	30,79	36,95	43,1	49,26	55,42	61,58	4,834	—	x	x	x	x	x	—	—	—
32	8,04	16,0	24,13	32,17	40,21	48,25	56,3	64,34	72,38	80,42	6,313	—	x	x	x	x	x	—	—	—
36	10,1	20,3	30,54	40,72	50,9	61,08	71,26	81,44	91,62	101,8	7,990	—	—	x	—	—	—	—	—	—
40	12,5	25,1	37,68	50,24	62,8	75,36	87,92	100,48	113,04	125,6	9,805	—	—	x	—	—	—	—	—	—

Примітка: Позначкою "x" відмічені діаметри, що прокатуються.

Нормативні R_b и R_{bn} та розрахункові опору бетону для граничних станів другої групи $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$, МПа

Вид опору	Бетон	Клас бетону за міцністю на стиск														
		B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Стиск осьовий (призменна міцність) R_{bn} та $R_{b,ser}$	Важкий і дрібнозернистий	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	32,0	36,0	39,5	43,0
	Легкий	2,7	3,5	5,5	7,5	9,5	11,0	15,0	18,5	22,0	25,5	29,0	—	—	—	—

Розрахункові опори бетону для граничних станів першої групи R_b и R_{bt}

Вид опору	Бетон	Клас бетону за міцністю на стискання														
		B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Стиск осьовий (призменна міцність) R_b	Важкий і дрібнозернистий	2.1	2.8	4.5	6.0	7.5	8.5	11.5	14.5	17.0	19.5	22.0	25.0	27.5	30	33
	Легкий	2.1	2.8	4.5	6.0	7.5	8.5	11.5	14.5	17.0	19.5	22.0	—	—	—	—

Значення розрахункових температур при розрахунку межі вогнестійкості колон

Бетон	Найменший розмір перерізу, мм	Температура T_{cr} в °C при N_u/N_{ser}		
		4 та менше	4 – 5	5 і більше
На гранітному щебені та піщаний	120 і менше	650	650	650
	160	575	575	575
	200 і більше	500	575	650
На вапняковому щебені	120 і менше	750	750	750
	160	675	675	675
	200 і більше	600	675	750

Коефіцієнти поздовжнього вигину центрально стиснутих елементів
(Таблиця 72 СНиП II-23-81*, стор. 77)

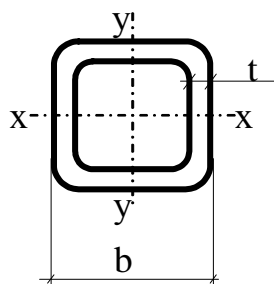
Гнучкість, λ	Коефіцієнти φ для елементів зі сталі з розрахунковим опором R_y ? кН/см ²											
	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
10	988	987	985	984	983	982	981	980	979	978	977	977
20	967	962	959	955	952	949	946	943	941	938	936	934
30	939	931	924	917	911	905	900	985	891	887	883	879
40	906	894	883	873	863	854	854	849	832	825	820	814
50	869	852	836	822	809	796	785	775	764	745	729	712
60	827	805	785	766	749	721	696	672	650	629	608	588
70	782	754	724	687	654	623	595	568	542	508	494	470
80	734	686	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	665	612	565	532	483	497	413	380	349	325	305	287
100	599	542	493	448	408	359	335	309	286	267	250	235
110	537	473	427	381	338	306	280	258	239	223	209	197
120	479	414	366	321	287	260	237	219	203	190	178	167
130	425	364	313	275	247	223.	204	189	175	163	153	145
140	375	315	272	240	215	195	178	164	153	143	134	125
150	323	275	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	099
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	094	089
180	233	196	170	150	135	123	112	104	097	091	085	081
190	210	177	154	136	122	111	102	094	088	082	077	073
200	191	161	140	124	111	101	093	086	080	075	071	067
210	174	147	128	113	102	093	085	079	074	069	065	062
220	160	135	118	104	094	086	077	073	068	064	060	057
Примітка. Значення коефіцієнтів φ в таблиці збільшені в 1000 разів												

Значення критерію Біо та коефіцієнтів до розрахунку межі вогнестійкості стін та перегородок за ознакою втрати теплоізолюючої здатності

Bi	μ_1	μ_2	A ₁	A ₂
0	1,57087	4,7124	-1,2735	0,4265
0,01	1,5769	4,7145	-1,2648	0,4261
0,02	1,5830	4,7166	-1,2561	0,4256
0,03	1,5892	4,7187	-1,2474	0,4252
0,04	1,5953	4,7208	-1,2387	0,4247
0,05	1,6014	4,7230	-1,2300	0,4243
0,06	1,6075	4,7251	-1,2213	0,4238
0,07	1,6136	4,7272	-1,2126	0,4234
0,08	1,6198	4,7293	-1,2039	0,4229
0,09	1,6259	4,7314	-1,1952	0,4225
0,10	1,6320	4,7335	-1,1865	0,4220
0,11	1,6377	4,7356	-1,1782	0,4216
0,12	1,6433	4,7377	-1,1699	0,4212
0,13	1,6490	4,7398	-1,1617	0,4208
0,14	1,6547	4,7419	-1,1534	0,4204
0,15	1,6604	4,7440	-1,1451	0,4200
0,16	1,6660	4,7460	-1,1368	0,4195
0,17	1,6717	4,7481	-1,1285	0,4191
0,18	1,6774	4,7502	-1,1203	0,4187
0,19	1,6830	4,7523	-1,1120	0,4183
0,20	1,6887	4,7544	-1,1037	0,4179
0,21	1,6940	4,7565	-1,0966	0,4176
0,22	1,6992	4,7585	-1,0895	0,4173
0,23	1,7045	4,7606	-1,0825	0,4171
0,24	1,7098	4,7627	-1,0754	0,4168
0,25	1,7151	4,7648	-1,0683	0,4165
0,26	1,7203	4,7668	-1,0612	0,4162
0,27	1,7256	4,7689	-1,0541	0,4159
0,28	1,7309	4,7710	-1,0471	0,4157
0,29	1,7361	4,7730	-1,0310	0,4154
0,30	1,7414	4,7751	-1,0329	0,4151
0,31	1,7463	4,7772	-1,0272	0,4146
0,32	1,7512	4,7792	-1,0215	0,4142
0,33	1,7562	4,7813	-1,0158	0,4137
0,34	1,7611	4,7834	-1,0101	0,4133
0,35	1,7660	4,7854	-1,0044	0,4128
0,36	1,7709	4,7875	-0,9986	0,4123
0,37	1,7758	4,7895	-0,9929	0,4119
0,38	1,7808	4,7916	-0,9872	0,4114
0,39	1,7857	4,7936	-0,9815	0,4110
0,40	1,7906	4,7956	-0,9758	0,4105

Bi	μ_1	μ_2	A_1	A_2
0,41	1,7952	4,7976	-0,9707	0,4101
0,42	1,7998	4,7996	-0,9656	0,4097
0,43	1,8044	4,8017	-0,9604	0,4093
0,44	1,8090	4,8037	-0,9553	0,4089
0,45	1,8136	4,8057	-0,9502	0,4085
0,46	1,8182	4,8077	-0,9451	0,4081
0,47	1,8228	4,8097	-0,9400	0,4077
0,48	1,8274	4,8118	-0,9343	0,4073
0,49	1,8320	4,8138	-0,9297	0,4069
0,50	1,8366	4,8158	-0,9246	0,4065
0,52	1,8452	4,8198	-0,9159	0,4058
0,54	1,8539	4,8238	-0,9072	0,4051
0,56	1,8625	4,8278	-0,8986	0,4044
0,58	1,8712	4,8318	-0,8899	0,4037
0,60	1,8798	4,8358	-0,8812	0,4030
0,62	1,8879	4,8398	-0,8731	0,4020
0,64	1,8961	4,8437	-0,8650	0,4010
0,66	1,9042	4,8477	-0,8568	0,4000
0,68	1,9123	4,8516	-0,8487	0,3990
0,70	1,9203	4,8556	-0,8406	0,3980
0,72	1,9280	4,8595	-0,8332	0,3971
0,74	1,9356	4,8634	-0,8259	0,3962
0,76	1,9433	4,8673	-0,8185	0,3954
0,78	1,9509	4,8712	-0,8112	0,3945
0,80	1,9586	4,8751	-0,8038	0,3936
0,82	1,9568	4,8789	-0,7972	0,3927
0,84	1,9730	4,8828	-0,7907	0,3918
0,86	1,9803	4,8866	-0,7941	0,3910
0,88	1,9875	4,8905	-0,7776	0,3901
0,90	1,9947	4,8943	-0,7710	0,3892
0,92	2,0015	4,8981	-0,7651	0,3886
0,94	2,0083	4,9019	-0,7592	0,3880
0,96	2,0152	4,9056	-0,7533	0,3873
0,98	2,0220	4,9094	-0,7474	0,3867
1,00	2,0288	4,9132	-0,7415	0,3861
1,10	2,0580	4,9313	-0,7183	0,3818
1,20	2,0871	4,9494	-0,6950	0,3776
1,30	2,1163	4,9675	-0,6718	0,3733
1,40	2,1454	4,9856	-0,6485	0,3691
1,50	2,1746	5,0037	-0,6253	0,3648
1,60	2,1975	5,0204	-0,6089	0,3608
1,70	2,2203	5,0370	-0,5926	0,3567
1,80	2,2432	5,0537	-0,5762	0,3527
1,90	2,2660	5,0703	-0,5599	0,3486
2,00	2,2889	5,0870	-0,5435	0,3446
2,20	2,3223	5,1162	-0,5216	0,3374

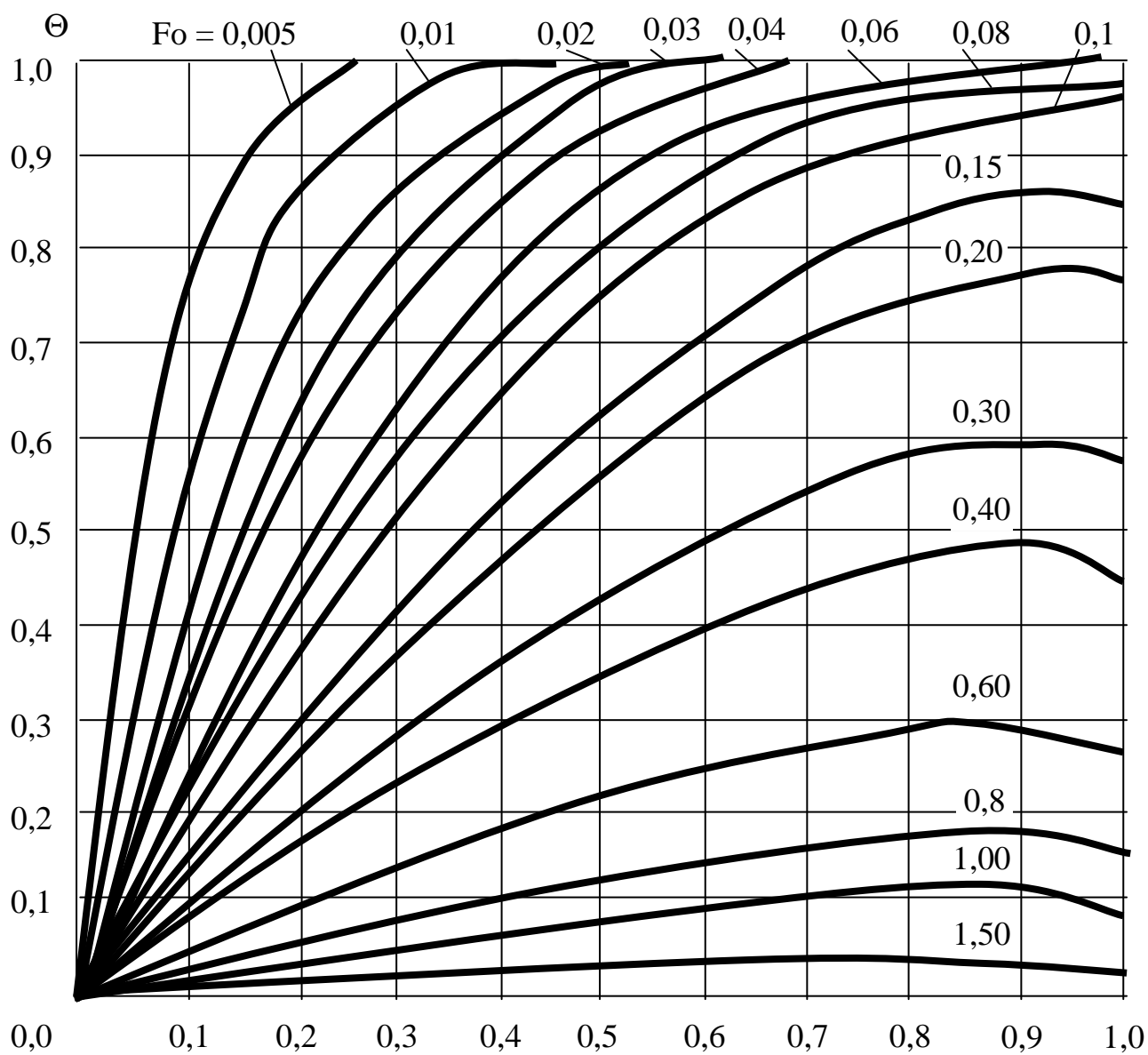
Bi	μ_1	μ_2	A_1	A_2
2,40	2,3556	5,1454	-0,4998	0,3302
2,60	2,3890	5,1745	-0,4779	0,3229
2,80	2,4223	5,2037	-0,4561	0,3157
3,00	2,4557	5,2329	-0,4342	0,3085
3,20	2,4786	5,2571	-0,4191	0,3020
3,40	2,5016	5,2813	-0,4040	0,2955
3,60	2,5245	5,3056	-0,3889	0,2889
3,80	2,5475	5,3298	-0,3738	0,2824
4,00	2,5704	5,3540	-0,3587	0,2759
4,50	2,60121	5,4042	-0,3326	0,2625
5,00	2,6537	5,4544	-0,3065	0,2491
5,50	2,6851	5,4961	-0,2879	0,2376
6,00	2,7165	5,5378	-0,2692	0,2260
6,50	2,7410	5,5728	-0,2536	0,2155
7,00	2,7654	5,6078	-0,2380	0,2049
7,50	2,7849	5,6274	-0,2257	0,1972
8,00	2,8044	5,6669	-0,2133	0,1895
8,50	2,8204	5,6921	-0,2034	0,1820
9,00	2,8363	5,7172	-0,1934	0,1745
9,50	2,8496	5,7389	-0,1849	0,1683
10,00	2,8628	5,7606	-0,1763	0,1620



Замкнені гнуті зварені профілі квадратні за ТУ 36–2287–80

Розміри, мм		Маса, кг/м	Площа перерізу, см ²	Осі x -x, y -y		
b	t			J, см ⁴	W, см ³	i, см
80	4	9,54	12,16	117	29,3	3,10
	5	11,77	15,00	141	35,3	3,07
	6	13,97	17,75	163	40,7	3,03
100	4	12,05	15,36	236	47,3	3,92
	5	14,92	19,00	287	57,3	3,89
	6	17,71	22,56	334	66,7	3,84
120	4	14,57	18,56	417	69,4	4,74
	5	18,06	23,00	508	84,6	4,69
	6	21,48	27,36	594	99,0	4,66
140	4	17,03	21,75	671	95,9	5,55
	5	21,19	27,00	821	117,0	5,51
	6	25,24	32,15	964	138,0	5,48
	7	29,23	37,24	1101	157,0	5,44
	8	33,16	42,34	12,38	176,0	5,39
160	4	19,60	24,95	1013	125,6	6,37
	5	24,33	31,00	1243	155,0	6,33
	6	29,01	35,96	1463	183,0	6,29
	7	33,63	42,84	1675	209,0	6,25
	8	38,18	48,54	1878	235,0	6,21
180	5	27,47	35,00	1788	198,5	7,15
	6	32,73	41,76	2110	234,4	7,11
	7	38,02	48,44	2420	258,9	7,07
	8	43,21	55,04	2720	302,1	7,03

Графік розподілу відносної температури



$$\xi = 1 - \frac{x}{R + k\sqrt{a}}$$

Нормативні і розрахункові опори арматури, модуль пружності, МПа

Клас арматури	Діаметр, мм	Нормативні R_{sn} і розрахункові $R_{s,ser}$ опори розтягу для граничних станів другої групи	Розрахункові опори для граничних станів першої групи		Модуль пружності E_s	
			розтягу			стискові R_{sc}
			поздовжньої та поперечної при розрахунку похилих перерізів на дію M , R_s	поперечної при розрахунку похилих перерізів на дію поперечної сили Q , R_{sw}		
<i>Стрижнева</i>						
A-1	6...22	235	225	175	225	$2,1 \cdot 10^5$
A-II	10...32	295	280	225	280	$2,1 \cdot 10^5$
A-III	6...8	390	355	285*	355	$2 \cdot 10^5$
A-III	10...40	390	365	290*	365	$2 \cdot 10^5$
A-IIIв						
з контролем: подовження	20...40	540	490	390	200	$1,8 \cdot 10^5$
і подовження	20...40	540	450	360	200	$1,8 \cdot 10^5$
A-1У	10...32	590	510	405	400	$1,9 \cdot 10^5$
A-У	10...32	785	680	545	400	$1,9 \cdot 10^5$
A-У1	10...32	980	815	650	400	$1,9 \cdot 10^5$
<i>Проволочена</i>						
Вр – I	3	410	375	270(300**)	375	$1,7 \cdot 10^5$
	4	405	365	265(296**)	365	$1,7 \cdot 10^5$
	5	395	360	260(290**)	360	$1,7 \cdot 10^5$
В – II	3	1490	1240	990	400	$2 \cdot 10^5$
	4	1410	1180	940	400	$2 \cdot 10^5$
	5	1335	1110	890	400	$2 \cdot 10^5$
	6	1255	1050	835	400	$2 \cdot 10^5$
	7	1175	980	785	400	$2 \cdot 10^5$
Вр – II	8	1100	915	730	400	$2 \cdot 10^5$
	3	1460	1215	970	400	$2 \cdot 10^5$
	4	1370	1145	915	400	$2 \cdot 10^5$
	5	1250	1045	835	400	$2 \cdot 10^5$
	6	1175	980	785	400	$2 \cdot 10^5$
	7	1100	915	730	400	$2 \cdot 10^5$
	8	1020	850	680	400	$2 \cdot 10^5$
<i>Канатна</i>						
К – 7	6	1450	1210	965	400	$1,8 \cdot 10^5$
	9	1370	1145	915	400	$1,5 \cdot 10^5$
	12	1335	1110	890	400	$1,5 \cdot 10^5$
	15	1295	1080	865	400	$1,5 \cdot 10^5$
К – 19	14	1410	1175	940	400	$1,5 \cdot 10^5$

* У зварних каркасах для хомутив з арматури класу А – III, діаметр яких менше 1/3 діаметра подовжніх стрижнів, приймають $R_{sw} = 255$ МПа.

** При застосуванні у в'язаних каркасах.

Розрахункові значення опору арматури на розтяг і стиск при розрахунку за граничними станами першої групи

Клас арматури	Розрахункові опори арматури для граничних станів першої групи, МПа		
	на розтяг		на стиск R_{sw}
	подовжньої R_s	поперечної (хомутів, відігнутих стержнів), R_{sw}	
A240C	225	175	225
A300C	280	225	280
A400C ¹⁾ діаметром, мм:			
6-8	365	290 ³⁾	365
10-40	375	290 ³⁾	375
A400C ²⁾	365	290 ³⁾	365
A500C діаметром, мм			
8-22	450	290 ³⁾	450 ⁴⁾
25-32	435	290 ³⁾	435 ⁴⁾

Примітка:

- 1) – гарячекатаний арматурний прокат за табл. 24.3.
 2) – термомеханічно зміцнений арматурний прокат за табл. 24.3.
 3) – у зварних каркасах при використанні в якості хомутів, діаметр яких менше 1/3 діаметру подовжніх стержнів, R_{sw} приймаються рівними 260 МПа;
 4) – наведені значення R_{sc} приймають при урахуванні в розрахунках навантажень короткочасної дії, вказаних в поз. 2а табл. 15 СНиП 2.03.01-84*: при врахуванні навантажень, вказаних в поз. 2б табл.15 СНиП 2.03.01-84*, необхідно приймати $R_{sc} = 400$ МПа.

Таблиця 24.2

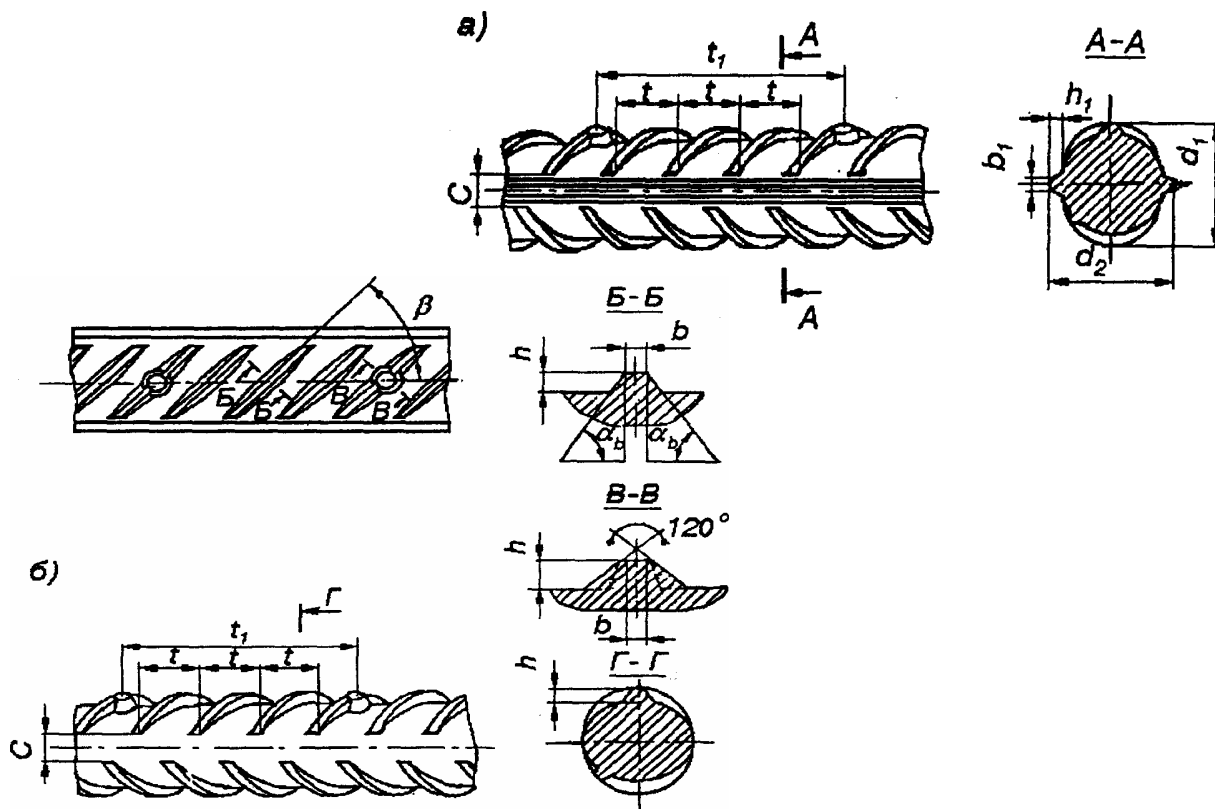
Клас арматури по ДСТУ 3760-98	Клас арматури по СНиП 2.03.01-84*
A240C	A-I
A300C	A-II
A400C ¹⁾	A-III
A400C ²⁾	At-IIIc
A500C	—

Примітка:

- 1) – гарячекатаний арматурний прокат (див. табл. 24.3.);
 2) – термомеханічно зміцнений арматурний прокат (див. табл. 24.3.)

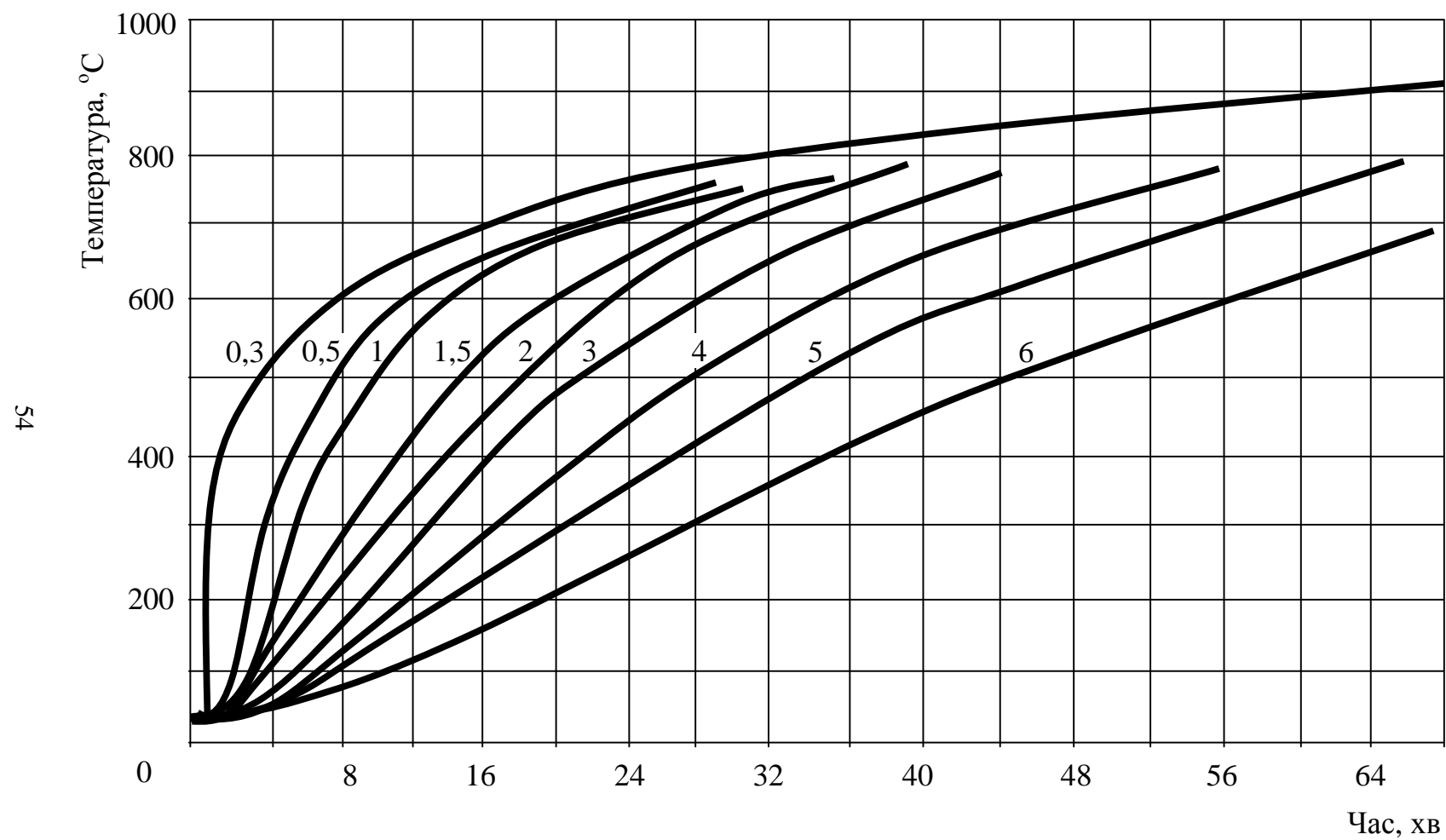
Таблиця 24.3

№ п/п	Клас арматури за ДСТУ 3760-98	Діаметр прокату, мм	Марка сталі	Тип профілю	Класифікація прокату за способом виробництва
1	A240C	6-40	Ст3сп Ст3сп Ст3кп	гладкий	гарячекатаний
2	A300C	10-40	Ст5сп Ст5пс	періодичний (серповидний), за рис.	гарячекатаний
		10-32	10ГТ		
3	A400C	6-40	35ГС 25Г2С	періодичний (серповидний), за рис.	гарячекатаний
4	A400C	10-32	Ст3сп Ст3пс Ст5сп Ст5пс	періодичний (серповидний), за рис. 1	термомеханічно зміцнений
5	A500C	8-16	Ст3сп Ст3пс Ст3Гпс	періодичний (серповидний), за рис.	термомеханічно зміцнений
		8-22	Ст3Гпс		
		25-32	25Г2С 20ГС		



Арматурний прокат періодичного профілю

Температура сталі в залежності від наведеної товщини перетину та часу нагрівання за режимом "стандартної пожежі"



Матеріали для зварювання, що відповідають сталі

Групи конструкцій у кліматичних районах	Сталі	Матеріали для зварювання:			
		під флюсом		у вуглекислому газі або в його суміші з аргоном	з покритими електродами типів:
		Марки			
		флюсів	зварювального дроту		
2, 3 та 4 – у всіх районах, крім І ₁ , І ₂ , ІІ ₂ та ІІ ₃	C235, Вст3пс, ВСт3сп, C255, C285, ВСт3кп, C245, C275, 20,	АН–348–А, АН–60	СВ–08А, СВ–08ГА	СВ–08Г2С	Э42, Э46
	C345, C345Т, C375, C375Т, C390, C390Т, C390К C440 16Г2АФ 09Г2С C345К	АН–47, АН–43, АН–17М, АН–348А ¹ АН–348–А	Св–10НМА, СВ–10Г2, СВ–08ГА, СВ–10ГА Св–08Х1ДЮ	Св–08ХГ2СДЮ	Э50 Э50А
1 – у всіх районах; 2,3 та 4 – у районах І ₁ , І ₂ , ІІ ₂ та ІІ ₃	C235, C245, C255, C275, C285, ВСт3кп, ВСт3пс, ВСт3сп, 20.	АН– 348–А	Св–08А, СВ–08ГА	Св–08Г2С	Э42А, Э46А
	C345, C345Т, C375, C375Т, 09Г2С	АН–47, АН–43, АН–348–А	Св–10НМА, СВ–10Г2' СВ–08ГА, СВ–10ГА,		Э50А
	C390, C390Т, C390К, C440, 16Г2АФ	АН–47, АН–17–М, АН–348–А	Св–10НМА, СВ–10Г2, СВ–08ГА, СВ–10ГА		Э50А
	C345К	АН–348–А	Св–08Х1ДЮ	Св–08 ХГ2СДЮ	Э50А
	C590, C590К, C590КШ	АН–17–М	СВ–08ХН2ГМЮ, СВ–10НМА	Св–10ХГ2СМА, СВ–08ХГСМА, СВ–08Г2С	Э60, Э70

Розрахунковий опір зварних з'єднань

Зварні з'єднання	Напружений стан		Умовна позначка	Розрахунковий опір зварених з'єднань
Стикові	Стиск. Розтягання й вигин при автоматичному, напівавтоматичному або ручному зварюванні з фізичним контролем якості швів	По границі текучості	$R_{\omega Y}$	$R_{\omega Y} = R_Y$
		По тимчасовому опорі	$R_{\omega u}$	$R_{\omega u} = R_u$
	Розтягання й вигин при автоматичному, напівавтоматичному або ручному зварюванні	По межі текучості	$R_{\omega Y}$	$R_{\omega Y} = 0,85 R_Y$
	Зрушення		$R_{a\omega}$	$R_{a\omega} = R_s$
З кутовими швами	Зріз (умовний)	По металі шва	R_a	$R_{a\omega} = 0,55 \times R_{\omega un} / \gamma_{\omega n}$
		По металі границі сплавки	$R_{a\beta}$	$R_{a\beta} = 0,45 R_{un}$

Примітка: значення коефіцієнта надійності за матеріалом шва $\gamma_{\text{шов}}$ варто приймати рівними: 1,25 – при значеннях $R_{\omega un} \leq 490$ МПа,
 1,35 – при значеннях $R_{\omega un} \leq 590$ МПа,
 1,30 – при проміжних значеннях.

Нормативні й розрахункові опори сталі при розтяганні, стиску й вигині

Сталь	Товщина прокату, мм	Нормативний опір, МПа, прокату				Розрахунковий опір, МПа, прокату			
		листового, широкосмугового універсального		фасонного		листового, широкосмугового універсального		фасонного	
		R _{yn}	R _{un}	R _{yn}	R _{un}	R _y	R _u	R _y	R _u
С 235	Від 2 до 20 Св.20” 40 “ 40” 100 “ 100	235	360	235	360	230	350	230	350
		225	360	225	360	220	350	220	350
		215	360	–	–	210	350	–	–
		195	360	–	–	190	350	–	–
С 245	Від 2 до 20 Св.20” 30	245	370	245	370	240	360	240	360
		–	–	235	370	–	–	230	360
С 255	Від 2 до 3,9 “ 4 “ 10 Св.10 “ 20 “ 20 “ 40	255	380	–	–	250	370	–	–
		245	380	255	380	240	370	250	370
		245	370	245	370	240	360	240	360
		235	370	235	370	230	360	230	360
С 275	Від 2 до 10 Св.10 “ 20	275	380	275	390	270	370	270	380
		265	370	275	380	260	360	270	370
С 285	Від 2 до 3,9 “ 4 “ 10 Св.10 “ 20	285	390	–	–	280	380	–	–
		275	390	285	400	270	380	280	390
		265	380	275	390	260	370	270	380
С 345	Від 2 до 10 Св.10 “ 20 “ 20 “ 40 “ 40 “ 60 “ 60 “ 80 “ 80 “ 160	345	490	345	490	335	480	335	480
		325	470	325	470	315	460	315	460
		305	460	305	460	300	450	300	450
		285	450	–	–	280	440	–	–
		275	440	–	–	270	430	–	–
		265	430	–	–	260	420	–	–
С345К	Від 4 до 10	345	470	345	470	335	460	335	460
С 375	Від 2 до 10 Св.10 “ 20 “ 20 “ 40	375	510	375	510	365	500	365	500
		355	490	355	490	345	480	345	480
		335	480	335	480	325	470	325	470
С 390	Від 4 до 50	390	540	–	–	380	530	–	–
С390К	Від 4 до 30	390	540	–	–	380	530	–	–
С 440	Від 4 до 30 Св. 30” 50	440	590	–	–	430 400	575	–	–
		410	570	–	–		555	–	–
С 590	Від 10 до 36	540	635	–	–	515	605	–	–

Нормативні опори металу шва

Марки дроту для автоматичного або напівавтоматичного зварювання		Марки порошкового дроту	Значення нормативного опору металу шва $R_{шов}, \text{МПа}$
під флюсом	у вуглекислому газі або в його суміші з аргоном		
Св-08, Св-08А	—	—	410
Св-08ГА	—	—	450
Св-10ГА	Св-08Г2С	ПП-АН8, ПП-АНЗ	490
Св-10НМА, Св-10Г2	Св-08Г2С*	—	590
Св-08ХН2ГМЮ, Св-08Х1ДЮ	Св-10ХГ2СМА, Св-08ХГ2СДЮ	—	685

Примітка: при зварюванні дротом Св-08М2С значення $R_{шов}$ варто приймати рівним 590 МПа тільки для кутових швів з катетом $k_f \leq 8$ мм у конструкціях зі сталі із межею текучості, рівною 440 МПа й більше.

Залежність коефіцієнта умов роботи від елемента конструкції

Елемент конструкції	Коефіцієнт умов роботи
1. Суцільні балки й стислі елементи ферм перекриттів під залами театрів, клубів, кінотеатрів, під трибунами, під приміщеннями магазинів, книгосховищ й архівів і т.п. при вазі перекриття, рівного або більшого за тимчасове навантаження	0,9
2. Колони громадських будинків і опор водонапірних башт	0,95
3. Стислі основні елементи (крім опорних) грат складного таврового перетину з куточків зварних ферм покриттів і перекриттів (наприклад, кроквяних й аналогічних їм ферм) при гнучкості $\lambda \geq 60$	0,8
4. Суцільні балки при розрахунках на загальну стійкість при $\varphi_0 < 1,0$	0,95
5. Затягування, тяги, відтягнення, підвіски, виконані із прокатної сталі	0,9
6. Елементи стрижневих конструкцій покриттів і перекриттів: <ul style="list-style-type: none"> – стислі (за винятком замкнутих трубчастих перетинів) при розрахунках на стійкість; – розтягнуті – у зварних конструкціях; – розтягнуті, стислі, а також стикові накладки в болтових конструкціях (крім конструкцій на високоміцних болтах) зі сталі із межею текучості до 440 Мпа (4500 кгс/см²), що несуть статичне навантаження, при розрахунках на міцність 	0,95 0,95 1,05
7. Суцільні складені балки, колони, а також стикові накладки зі сталі із межею текучості до 440 Мпа (4500 кгс/см ²), що несуть статичне навантаження й виконані за допомогою болтових з'єднань (крім з'єднань на високоміцних болтах), при розрахунках на міцність	1,1
8. Перетини прокатних і зварних елементів, а також накладок зі сталі із межею текучості до 440 Мпа (4500 кгс/см ²) у місцях стиків, виконаних на болтах (крім стиків на високоміцних болтах), що несуть статичне навантаження, при розрахунках на міцність: <ul style="list-style-type: none"> – суцільних балок і колон; – стрижневих конструкцій покриттів і перекриттів 	1,1 1,05
9. Стислі елементи грат просторових гратчастих конструкцій з одиночних рівнополічних або нерівнополічних (що прикріплені більшою полицею) кутиків: <ul style="list-style-type: none"> – прикріплюються безпосередньо до поясів однією полицею зварними швами або двома болтами й більше, поставленими уздовж куточка; – прикріплюють безпосередньо до поясів однією полицею, одним болтом (крім зазначених у поз.9, у даній таблиці), і прикріплюються також через фасонку, незалежно від виду з'єднання; – при складних перехресних гратах з одноболтовими з'єднаннями 	0,9 0,75 0,7
10. Стислі елементи з одиночних кутиків, що прикріплюються однією полицею (для нерівнополічних кутиків – тільки меншою полицею), за винятком елементів конструкцій, зазначених у поз.9 даної таблиці, розкосів, що прикріплюються безпосередньо до поясів зварними швами або двома болтами й більше, поставленими уздовж кутика, і плоских ферм із одиночних кутиків	0,75
11. Опорні плити зі сталі із границею текучості до 285 Мпа, що несуть статичне навантаження, товщиною, мм: <ul style="list-style-type: none"> а) до 40; б) від 40 до 60; в) від 60 до 80 	1,2 1,15 1,1

Значення пружної характеристики α для неармованої кладки

Вид кладки	Пружна характеристика α				
	при марках розчину			при міцності розчину	
	25-200	10	4	0,2 (2)	нульовий
1. З великих блоків, виготовлених з важкого й крупнопористого бетону на важких заповнювачах і з важкого природного каменю ($\gamma \geq 1800 \text{ кг/м}^3$)	1500	1000	750	750	500
2. З каменів, виготовлених з важкого бетону, важких природних каменів і буту	1500	1000	750	500	350
3. З великих блоків, виготовлених з бетону на пористих заповнювачах і поризованого, крупнопористого бетону на легких заповнювачах, щільного силікатного бетону й з легкого природного каменю	1000	750	500	500	350
4. З великих блоків, виготовлених з чарункових бетонів виду:					
А	750	750	500	500	350
Б	500	500	350	350	350
5. З каменів чарункових бетонів виду:					
А	750	500	350	350	200
Б	500	350	200	200	200
6. З керамічних каменів	1200	1000	750	500	350
7. Із цегли глиняної пластичного пресування, повнотілої й пустотілої, з пустотілих силікатних каменів, з каменів, виготовлених з бетону на пористих заповнювачах і поризованого, з легких природних каменів	1000	750	500	350	200
8. Із цегли силікатної повнотілої й пустотілої	750	500	350	350	200
9. Із цегли глиняної напівсухого пресування повнотілої й пустотілої	500	500	350	350	200

Примітки: 1. При визначенні коефіцієнтів позовжнього вигину для елементів із гнучкістю $l_0/i \leq 28$ або відношенням $l_0/h \leq 8$ допускається приймати величини пружної характеристики кладки із цегли всіх видів, як із цегли пластичного пресування.

2. Наведені в таблиці значення пружної характеристики α для цегельної кладки поширюються на віброцегляні панелі і блоки.

3. Пружна характеристика бутобетону приймається рівною $\alpha = 2000$.

4. Для кладки на легких розчинах значення пружної характеристики α варто приймати з коефіцієнтом 0,7.

5. Пружні характеристики кладки із природних каменів допускається уточнювати за спеціальними вказівками, складеними на основі результатів експериментальних досліджень і затверджених у встановленому порядку.

Гнучкість		Коефіцієнт поздовжнього вигину φ при пружних характеристиках кладки α						
λ_t	λ_n	1500	1000	750	500	350	200	100
4	14	1	1	1	0,98	0,94	0,9	0,82
6	21	0,98	0,96	0,95	0,91	0,88	0,81	0,68
8	28	0,95	0,92	0,9	0,85	0,8	0,7	0,54
10	35	0,92	0,88	0,84	0,79	0,72	0,6	0,43
12	42	0,88	0,84	0,79	0,72	0,64	0,51	0,34
14	49	0,85	0,79	0,73	0,66	0,57	0,43	0,28
16	56	0,81	0,74	0,68	0,59	0,5	0,37	0,23
18	63	0,77	0,7	0,63	0,53	0,45	0,32	-
22	76	0,69	0,61	0,53	0,43	0,35	0,24	-
26	90	0,61	0,52	0,45	0,36	0,29	0,2	-
30	104	0,53	0,45	0,39	0,32	0,25	0,17	-
34	118	0,44	0,38	0,32	0,26	0,21	0,14	-
38	132	0,36	0,31	0,26	0,21	0,17	0,12	-
42	146	0,29	0,25	0,21	0,17	0,14	0,09	-
46	160	0,21	0,18	0,16	0,13	0,1	0,07	-
50	173	0,17	0,15	0,13	0,1	0,08	0,05	-
54	187	0,13	0,12	0,1	0,08	0,06	0,04	-

Примітки: 1. Коефіцієнт φ при проміжних значеннях гнучкості визначається шляхом інтерполяції.

2. Коефіцієнт φ для співвідношень λ_n , що перевищують граничні, слід приймати при визначенні φ_c у випадку розрахунку на позацентрове стискання з великим ексцентриситетом.

3. Для кладки із сітчастим армуванням величини пружних характеристик можуть бути меншими, ніж 200.

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання курсового проекту та самостійної роботи
студентів з навчальної дисципліни

„БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД”

*(для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки
6.170202 „Охорона праці”)*

Укладачі: **ЧЕБОТАРЬОВА** Олександра Вячеславівна,
МІКУЛІНА Ірина Олексіївна

За авторською редакцією

Відповідальний за випуск *В. І. Заїченко*

Комп’ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2012, поз. 262 М

Підп. до друку 22.06.2012 р.
Друк на ризографі
Зам. №

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 2,1
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб’єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.